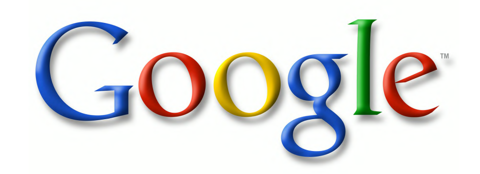
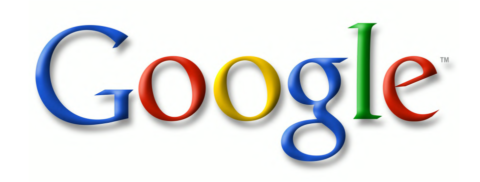












SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE

RAPPORT

DE

M. AD. BOUVIER

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ TECHNIQUE

SUR LE

Gaz à l'Exposition industrielle de Berlin

EN 1896

PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME DE PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

P. MOUILLOT, imprimeur

13, QUAI VOLTAIRE, 13

1897

SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE

NOTE SUR L'INDUSTRIE DU GAZ

EN ALLEMAGNE

A PROPOS DE L'EXPOSITION DE BERLIN EN 1896

INTRODUCTION

1. — Le Comité de la Société Technique a décidé de déléguer l'un des membres de la Société à l'*Exposition Industrielle de Berlin*, de 1896, et de lui demander à cette occasion un bref rapport sur l'industrie du gaz en Allemagne ; en même temps, l'un de nos collègues devait étudier l'Exposition de Genève au point de vue de l'électricité ; telle est l'origine du présent travail.

L'intérêt de semblables études — même rapides — n'est pas contestable. Déjà divers travaux, une visite en corps à Londres, ont donné aux membres de la Société l'occasion de s'initier à l'industrie du gaz en Angleterre.

D'après une statistique récente, due à M. F. Schæfer de Dessau, l'Angleterre consomme 115 m c de gaz par habitant et par an (1); le gaz y est mis à la disposition des deux tiers

(1) Le chiffre est probablement trop élevé ; M. Foulis de Glasgow estime la production totale à 3350 millions de mètres cubes environ, ce qui ferait ressortir la consommation à près de 85 m c par habitant.

— 68 0/0 — de la population. Ces chiffres élevés s'expliquent par des raisons toutes locales : législation et administration des usines, longue durée des concessions, bas prix du charbon, bon marché et emploi universel du gaz, dans tous locaux habités, riches ou pauvres, et jusque dans les bourgades de 3000 âmes.

En Allemagne on peut estimer, dit M. Schæfer, que 46 0/0 de la population est éclairée au gaz, la consommation moyenne se montant à 40 m c par habitant et par an (1).

Où en sommes-nous en France ? Certainement au-dessous de ces chiffres. La consommation annuelle par habitant atteint 100 m c à Paris (en 1896 l'émission fut de 318 millions de m c pour Paris et 59 communes suburbaines, soit environ 104,68 m c par habitant), mais Paris est unique en France, on peut dire unique au monde. Sauf de rares exceptions la consommation en province oscille entre 25 et 50 m c ; s'il est difficile de calculer la moyenne, on ne se hasardera pas beaucoup en l'estimant à près de 40 m c, pour la population des seules localités éclairées au gaz ; le gaz n'est pas mis à la portée de plus d'un tiers de la population française (2).

Quelles sont les causes de cette apparente infériorité, ou plutôt — pour employer une locution familière aux électriciens — de *ce retard de phase* ? Nous en verrons peut-être quelques-unes en cours de route.

En tout cas l'importance de l'industrie du gaz dans les pays d'outre-Rhin, les progrès qu'elle accuse en ce moment même méritent notre attention.

(1) En 1895 la population de l'Allemagne se montait à 52 millions d'habitants, dont 47 0/0 dans les villes (*Revue Scientifique* du 6 avril 1897).

(2) L'annuaire Durand énumère 1127 villes de France éclairées au gaz, comptant d'après le dernier recensement environ 13.780.000 habitants, soit 34,36 °/o de la population totale. En 1887, la consommation de gaz en France s'élevait à 16,6 m c par habitant.

2. — Pour avoir assisté aux réunions du *XXXVIe Congrès de l'Association allemande des Ingénieurs du gaz et de l'eau*, du 15 au 19 juin 1896, et consacré quelques journées à l'Exposition Industrielle de Berlin — où l'Association avait construit son *Pavillon du Gaz*, — il serait présomptueux de chercher à donner une idée générale quelque peu complète de l'industrie du gaz en Allemagne en son état actuel.

Le programme tracé à l'auteur de ces lignes autorisait par son ampleur même une semblable ambition. Il envisageait successivement toutes les parties de la fabrication et distribution du gaz, usine et « service extérieur », sans oublier les sous-produits, les principales applications du gaz, puis ses concurrents.

Les procédés actuellement pratiqués ou essayés, les derniers résultats acquis de l'autre côté du Rhin, paraissaient être de nature à intéresser nos collègues de la Société Technique. Toutefois, en raison du but précis du voyage, « Berlin et son Exposition industrielle », c'est en définitive le Pavillon du Gaz qui devait servir de cadre au présent rapport.

Ces prévisions ont dû se modifier en cours de route. Les appareils de fabrication du gaz ne figuraient que pour mémoire à l'Exposition : il fallait donc chercher ailleurs les nouveautés adoptées dans les usines de nos voisins. D'ailleurs la description de dispositifs nouveaux, pour être complète, doit s'illustrer des résultats obtenus.

De plus, le délégué de la Société Technique, comme ceux de la Compagnie Parisienne du Gaz, étaient reçus avec un si constant bon vouloir par nos collègues de langue allemande qu'ils ne pouvaient moins faire que d'assister aux principales réunions et excursions techniques du Congrès.

Enfin nous avons cru devoir profiter de toutes les occasions favorables pour faire quelques visites d'usines.

Nous sommes ainsi conduit à diviser notre étude en trois parties, suivant l'ordre chronologique du voyage.

Au chapitre Ier nous résumerons les observations, relevées au 36e Congrès, intéressant l'ensemble de l'industrie du gaz en Allemagne ; prix, statistiques, etc.

Le chapitre II sera consacré au Pavillon du gaz ; appareils de laboratoire pour usines, compteurs, éclairage par incandescence, chauffage, cuisine et moteurs.

Les usines à gaz que nous avons pu visiter à Berlin et dans la province, et en général tout ce qui concerne la fabrication, tel sera l'objet d'un troisième chapitre.

Qu'il nous soit permis de remercier ici de l'accueil courtois fait au délégué de la Société Technique, le Comité de l'Association allemande, en particulier son président sortant de charge M. Von Œchelhæuser, directeur de la Compagnie Continentale du Gaz de Dessau, et ceux de ses collègues particulièrement chargés de recevoir les hôtes du dehors, MM. Bunte, professeur, Joly, Müller, Nolte ; ainsi que MM. R. Pintsch à Berlin, Merz directeur à Cassel, Schæfer à Dessau.

3. — On sait que l'unité photométrique ou mieux *l'unité d'intensité lumineuse*, officiellement adoptée en Allemagne, par les municipalités comme par les gaziers et les électriciens est *la bougie Hefner*.

Le dernier Congrès International des Electriciens (Genève, août 1896) sur la proposition de M. A. Blondel de Paris, a déclaré (1) que la bougie décimale (b d), égale à 1/20 de l'étalon Violle au platine, étant prise pour unité d'intensité lumineuse, la lampe à acétate d'amyle (2) de M. Von Hefner Alteneck

(1) Voir pour les détails *Le Gaz* du 15 octobre 1896.

(2) Description détaillée dans *l'Industrie Électrique* du 25 septembre 1896 ; *Journal des Usines à gaz* du 5 avril 1897.

peut être utilisée comme *étalon photométrique industriel.* Nous conserverons donc ici la désignation allemande.

La bougie Hefner, désignée en abrégé par « Hefnerlicht » ou « hfl » dans les comptes-rendus allemands, est évaluée à 1,02 b décimale (1,06 d'après Violle). La Carcel vaut 9,63 b d.

Il en résulte que :

1 Ca = 9,49 disons 9,5 b hfl environ.

1 b hfl = 0,105 Ca, soit 1/10 de Carcel avec un excès de 5 0/0.

Pendant que nous en sommes aux abréviations, qu'on nous permette de désigner le Journal allemand de Schilling, ou Journal für Gasbeleuchtung, par « Journal Gasbel. », personne ne s'en plaindra.

CHAPITRE PREMIER

L'Association allemande des Ingénieurs du gaz et de l'eau. — Développement de l'industrie du gaz en Allemagne.

4. — L'Association des gaziers allemands comptait 683 membres réguliers en juin 1896 ; les adhérents au Congrès, parmi lesquels figuraient les dames, les invités, quelques gaziers du dehors, étaient au nombre de 888. Le budget se monte à 30.000 francs par an, le fonds capital à 110.000 francs environ.

Fortement organisée, l'Association a chargé diverses commissions de l'étude des questions importantes mises à l'ordre du jour. De plus, elle sert de base à une association professionnelle des directeurs d'usine pour l'exécution des lois de l'empire concernant l'assurance obligatoire des ouvriers. En outre, elle administre un fonds de secours destinés aux veuves et orphelins des collègues décédés sans laisser de ressources ; outre les subventions annuelles (8.000 francs environ), ce fonds se monte à près de 80.000 francs de capital inaliénable.

Enfin, il existe des groupes régionaux de directeurs d'usines et des syndicats pour la vente du coke.

5. — Le texte intégral des Rapports officiels — Comité et Commissions — lus au Congrès de 1896 a été déposé aux

archives de la Société Technique, où chacun de nos collègues pourra les consulter.

D'ailleurs on en trouvera le résumé dans nos journaux de gaz.

Nous nous bornerons donc à en rappeler les lignes générales, à y chercher en quelque sorte l'orientation actuelle des gaziers allemands.

Détail caractéristique : *le rapport annuel du Comité* rappelle (page 4) l'intérêt qu'aurait le pays à voir diminuer les droits d'entrée sur les pétroles bruts et les sous-produits de la distillation du pétrole, qui constituent la matière première pour le gaz à l'eau carburé, et les démarches faites pour voir des représentants de l'industrie du gaz figurer dans la Commission des douanes.

Outre la statistique de gaz publiée annuellement par l'Association et portant cette année sur 189 usines, il annonce le beau volume, paru peu de jours après, de *Statistique des usines à gaz d'Allemagne, Suisse et Autriche* (municipales pour la plupart), et des distributions d'eau, dû à E. Schilling, de Munich.

6. — La Commission photométrique continue à surveiller la fabrication de la « bougie normale allemande de paraffine » (Vereins-Paraffinkerze), dont les sociétaires font grand usage (consommation de l'année, 1.690 bougies pour kg 84,5) comme étalons photométriques, concurremment avec la lampe Hefner. La Commission arrêtait, en 1895, le type et l'emploi du « photomètre normal » ; elle prépare un volume complet sur « la photométrie au point de vue pratique ».

7. — La Commission des compteurs formule diverses prescriptions relatives à la variation du niveau, à l'étanchéité de la

soupape-flotteur, à la suppression du bypass dans les compteurs ordinaires ou humides ; elle a fait des essais sur les compteurs secs, a étudié et proposé à *l'Office de vérification des poids et mesures* l'emploi des *compteurs à P. P.*, emploi qui commence à peine en Allemagne. Ses conclusions sont favorables à l'introduction du système nouveau sous certaines conditions (rapport page 8) notamment celle de la sécurité de marche à assurer, en tous cas, à la minuterie originale du compteur. On voyait à l'Exposition un compteur à P. P. avec cadran accusant, en marks et pfennigs, la valeur cumulée du gaz brûlé ; ce dispositif nous paraît être d'une utilité discutable.

8. — La Commission du chauffage au gaz a fait faire en province vingt-deux conférences sur la cuisine au gaz, par une dame spécialiste ; elle signale les bons résultats obtenus.

Ainsi, à Hanovre, la production de gaz en juin, autrefois égale à 25 0/0 de celle de décembre, est aujourd'hui de 50 0/0. En hiver on livre jusqu'à 80.000 m c par jour avec 20.000 seulement en gazomètre ; en été, il suffit de 5.000 m c de magasin pour livrer 40.000 m c à la clientèle, la cloche est au plus bas à 1 h. du matin, au plus haut à 6 h. du matin. — Naturellement les stocks de coke en été ont fort augmenté, et la commission conclut par ces mots : « Cuisez au gaz, chauffez au coke. »

En vue de développer *la consommation du coke chez les particuliers*, la commission a décidé d'ouvrir un *concours* (fr 6.250 de prix) *pour le meilleur poêle domestique au coke* ; le jury compte cinq membres, dont un architecte, un hygiéniste, un spécialiste théoricien en matière de chauffage, et deux gaziers ; un crédit supplémentaire de fr 2.500 lui a été

accordé pour les *frais* divers *du concours*, qui sera jugé dans le courant de l'hiver 1896-1897 (1).

A propos du *chauffage domestique au coke*, un appareil fort répandu en Allemagne, surtout dans le Nord, est le poêle en fer et faïence dû à l'ingénieur *Born* de Charlottenbourg. Excessivement simple, robuste, sans entretien autre que le renouvellement de quelques briques réfractaires, le poêle Born offre ce précieux avantage d'assurer une *ventilation* continue. L'air frais du dehors, chauffé entre le fourneau et la muraille, monte au plafond, à 20° environ ; puis, alourdi par l'acide carbonique et par le refroidissement dû au voisinage des parois et fenêtres, il redescend sur le plancher, à 15° environ ; de là il est aspiré, évacué, par la cheminée tenue bien chaude. Celle-ci, de dimensions proportionnées au cube à échauffer, doit être carrée ou ronde, l'auteur recommande d'éviter les gaînes à section rectangulaire ; il insiste aussi sur ce fait que l'air ne doit jamais être chauffé à plus de 80°.

Les gaziers d'outre-Rhin nous ont paru apprécier le système Born ; ce qui nous confirmerait dans cette impression, c'est qu'on le retrouve installé dans un grand nombre de bureaux et d'habitations des directeurs d'usines à gaz, les premiers intéressés à pratiquer et faire connaître le chauffage domestique au coke. Les poêles Born sont adoptés dans un grand nombre d'écoles ; le lazaret de Magdebourg en compte une soixantaine, etc. ; l'installation en est évidemment bien plus économique que celle d'un chauffage central.

Le renouvellement de l'air est à nos yeux d'une importance capitale, trop souvent méconnue.

(1) Le programme est reproduit dans le *Journal des Usines à Gaz*, 5 mars 1897.

9. La Commission pour l'étude des fours à cornues inclinées a étudié ceux installés à Altona, Berlin, Chemnitz, Dresde, Cassel et Vienne-Erdberg ; les premiers résultats de ses recherches sont favorables, elle a obtenu un crédit de fr 1.250 pour continuer ses études.

Il semble acquis, dit-elle, que le four à cornues inclinées doit être chauffé avec gazogène.

A Chemnitz, à Cassel, on se propose de construire de nouveaux fours du même système ; l'usine de Dresde en a établi 10 en 1896. L'usine de Vienne a construit aussi dix fours de plus cette année ; l'usine municipale de Genève installe 8 fours à 9 cornues inclinées.

Les débuts du four Coze en Allemagne datent de 1890.

Les fours inclinés construits à Berlin en 1891 et 1894 ne présentaient pas une chaleur assez uniforme, il en résultait des dépôts de goudron à la tête inférieure et un délutage irrégulier ; des modifications apportées aux fours ont montré comment on peut obvier à ces inconvénients.

Enfin, à Altona, il a été construit une usine nouvelle où le four Coze est le *seul* type existant, comme dans celle de Cassel.

D'après Hasse (Dresde) la comparaison du four Coze avec le four horizontal à gazogène, pris comme unité, donne :

En production, 1/4 en plus, soit 1,25 par m carré couvert ;

En main-d'œuvre, 1/3 en moins, soit 0,66 par T distillée.

La commission conclut en constatant que les résultats acquis sont nettement encourageants ; elle se réserve de continuer ses études, et précise le programme de l'enquête entreprise : chauffage et composition des gaz de foyer, formes et dimensions exactes du four, types à recommander pour petites et moyennes usines et comparaison avec le four ordinaire.

Une maison allemande a construit à l'heure actuelle 92 fours Coze, dont 52 en Allemagne. Ils sont tous à 9 cornues,

à l'exception de huit fours à 6; 68 sont chauffés au gazogène Hasse-Didier.

L'emploi raisonné du four à cornues inclinées a conduit à une appropriation plus exacte de la halle des fours. A l'inspection du beau modèle exposé au Pavillon du Gaz, on se rend compte des simplifications apportées au bâtiment : à l'instar des halles construites à Vienne par la Cie Impériale Continentale, et projetées pour son usine de Berlin-Schöneberg, la paroi voisine des têtes de cornue est largement ouverte; le vent et le froid sont arrêtés par des portes ou panneaux en tôle ondulée, roulant sur rails, de façon à donner beaucoup d'air et de lumière aux ouvriers au moment du délutage (Voir le *Journal de l'Eclairage au gaz* du 5 février 1897). M. Drory dit avoir distillé, à Vienne, en charges de 4 heures, jusqu'à 1800 kg par jour avec des cornues longues de 4,50 m au maximum; 11 0/0 de chauffage.

Une visite à l'usine de Cassel nous donnera l'occasion de revenir sur le four Coze, certainement digne de l'attention des gaziers français.

10. — « Le Gaz depuis 1883 », tel était le sujet du *discours présidentiel*, passant en revue les progrès réalisés depuis le dernier congrès tenu à Berlin, il y a treize ans, au moment de l'Exposition d'électricité de Munich de 1882.

A cette époque, faisaient leur apparition les becs intensifs de Siemens, ancêtres d'une nombreuse famille, les expositions d'appareils de cuisine et chauffage au gaz : et le président du congrès de 1882, le professeur Bunte, annonçait les premiers brûleurs à incandescence par le gaz, à l'instar de la lampe Clamond.

M. Von Œchelhæuser donne les résultats d'une enquête privée qu'il a faite auprès des dix plus grandes compagnies de

gaz exerçant en Allemagne, plus libres que les usines municipales dans la lutte contre les éclairages concurrents; parmi ces compagnies figurent les usines anglaises de Hanovre, Aix-la-Chapelle, et d'une partie de Berlin et Francfort-sur-Mein. Leurs usines consommaient :

en 1871	62.664.121	m cubes
1883	92.260.848	—
1895	152.171.974	—

Dans la première période leur consommation s'est donc accrue de 30 millions de m c soit environ 49 0/0; dans la seconde de 59 millions, soit 63 0/0. Ce progrès considérable est d'un bon augure pour l'avenir du gaz, d'autant plus que la vente a été réduite par l'emploi des becs intensifs et à incandescence. Le gaz conserve la prédominance en matière d'éclairage, nous n'en voulons d'autre preuve que le développement du bec Auer.

Après avoir insisté sur la nouveauté du jour, le « gaz forcé », dont nous parlerons plus loin (§ 11), et sur l'équivalence du mètre cube de gaz avec le kilowatt-heure, au point de vue de l'effet utile pour l'éclairage, le chauffage et la force motrice (§ 12), le Président retrace le développement acquis par la cuisine au gaz et la fabrication des appareils en Allemagne.

Puis les progrès du moteur à gaz. Il y a 13 ans, au Congrès gazier de Berlin, le professeur Slaby prédisait l'avenir du moteur à gaz, alors réduit aux forces de 2 à 8 Cv. Le plus gros moteur alors existant était de 60 Cv à 2 cylindres de 30 Cv chacun. Aujourd'hui nous avons des moteurs six fois plus puissants : 200 Cv effectifs par cylindre, et des maisons sérieuses font offre ferme pour des moteurs de 500 Cv effectifs.

De gros moteurs actionnent des stations électriques : Bochum, Offenbach, Reims, Lille, Belfort; parfois le moteur

attaque directement la dynamo, sans courroie (groupes dits : « gaz-dynamos ») ; la station centrale de Dessau, ainsi installée, marche depuis dix ans avec succès, comme on peut s'en rendre compte par le rapport spécial publié à ce sujet.

La force motrice par le gaz est devenue *transportable;* plusieurs lignes de tramways à gaz en construction permettent d'espérer le développement de cette application, soit conformément aux types exposés à Berlin, soit autrement, par exemple sous la forme de *locomotives à gaz.* Enfin les moteurs à gaz seront d'utiles auxiliaires des tramways électriques, soit comme réserve, pour actionner un service de nuit restreint, ou augmenter la production de courant aux moments de trafic intensif, soit comme unique force motrice, par exemple à Kiew, 120 Cv, Zurich 300, et Lausanne 320 Cv (1).

Diverses élévations d'eau emploient avec avantage le moteur à gaz. Ici le travail est continu, à pleine charge, à vitesse constante : conditions éminemment favorables au moteur à gaz.

Le rapport fait ensuite allusion à l'élévation de prix des vieilles matières, du « bleu » employé au Transvaal pour dissoudre l'or restant dans les minerais en traitement (2).

Enfin M. Von Œchelhæuser exprime le vœu que la science,

(1) La station génératrice des tramways électriques de Lausanne est actionnée par des moteurs Crossley de 130 Cv au gaz à l'eau ; gazogène Taylor par Fichet et Heurtey, de Paris ; anthracite.

Une installation analogue fonctionnera pour le tramway électrique de Zurich-Oerlikon, moteurs Deutz-Otto de 100 Cv à 1 cylindre, gaz à l'eau.

(2) En 1895 l'Allemagne a exporté au Transvaal 940 T de cyanure de potassium valant, à raison de fr 3,90 le kg, environ 3.675.000 francs. D'après Bloxam, une tonne de houille contient précisément la quantité de cyanogène correspondant à 1 kg de cyanure, soit environ 300 gr d'acide cyanhydrique par 0/0 m c de gaz. En d'autres termes, le cyanure représente une valeur de 3 francs environ par tonne de charbon. L'usine de Cologne a gagné sur les vieilles matières, en 1895, plus de fr 0.65 net par tonne distillée.

notamment la physique et la chimie, fassent de plus en plus partie de l'éducation, de la pratique du gazier ; *que la technique du gaz trouve sa place dans l'enseignement supérieur*, soit pour les futurs gaziers, soit pour tous ceux qui auront à faire avec l'industrie du gaz, mécaniciens, architectes ; et il espère voir créer *quelques écoles pour les contre-maîtres appareilleurs et plombiers*, les sous-officiers de la noble armée du gaz.

Il y a, dans ces paroles, plus d'un rapprochement intéressant à faire avec ce qui se passe dans nos usines (1).

11. — « Le gaz forcé » (Pressgas); la bougie par litre. La nouveauté exposée au Pavillon du gaz était le *gaz forcé* ; au-dessus de la niche à l'italienne, motif principal à l'intérieur du pavillon, comme au-dessus de la porte d'entrée, étaient disposés des foyers lumineux d'un tel éclat que tout le monde les prenait pour de belles lampes à arc, faisant exception dans un quartier de l'Exposition exclusivement éclairé au gaz. Sous un modeste appentis, un moteur à gaz de 1/2 Cv actionnait un ventilateur Roots, pour comprimer du gaz sous la pression de 1 m d'eau; ce gaz comprimé était conduit à des becs Auer ordinaires, groupés par 3 dans chaque globe; on le voit, rien de plus simple. Résultat : des foyers d'un éclat, d'une fixité remarquables, bien supérieurs à l'arc voltaïque le mieux réglé.

D'après M. Von Œchelhæuser, avec la combustion sous 1 m de pression, la consommation est doublée, passant de 100 à 200 l, et l'intensité lumineuse quadruplée, 200 b Hefner au lieu de 50. Finalement le rendement lumineux est doublé;

(1) Texte complet dans le *Journal des Usines à gaz* du 20 octobre 1896. Une école de plombiers et de contremaîtres est en création à Dessau, 1897.

1 litre de gaz donne 1 bougie Hefner, soit dix fois plus que dans le bec papillon. Le rendement de 1 b Hefner par l, soit l 9,5 par Ca, a déjà été observé sur des becs Auer au début, brûlant sous la pression ordinaire, à l'Institut physique et technique de Charlottenbourg — l'analogue du Conservatoire des arts et métiers (Bulletin de l'Institut du 20 avril 1896).

En réunissant 3 becs au gaz forcé dans un même globe, on obtenait ainsi sur la façade du Pavillon du gaz des foyers de 600 bougies effectives, équivalant à des arcs de 6 ampères; et dans ce cas *100 l de gaz donnent le même résultat que 1 ampère*, soit 100 b hfl.

En d'autres termes *1 m cube de gaz équivaut ici au kilowatt-heure*.

Pour un théâtre, un établissement important, grand magasin, restaurant, etc., pour l'éclairage d'une place publique, l'éclairage au gaz forcé rendra des services incontestables.

Quoique le gaz brûlé sous pression ait la réputation de consolider le manchon en raison de la haute température du brûleur, il est évident que le manchon exposé au jet de gaz forcé aura moins de durée. D'après MM. Pintsch, qui ont entrepris les premiers essais, le manchon dure 150 à 200 heures. Le moteur de 1/2 cheval, travaillant à demi-charge, à 230 ou 250 tours, peut comprimer à l'heure 20 m c de gaz sous 1 m de pression et alimenter 80 à 120 brûleurs de 200 l et plus, produisant chacun 200 bougies. Le moteur installé à l'Exposition, suffisant pour 100 brûleurs de 200 l, n'en alimentait que 49 : aussi fallait-il y faire repasser, par un tuyau de retour, une partie du gaz déjà comprimé; on peut évaluer à 25 0/0 le rendement d'une aussi petite installation.

En somme, avec une force de 1 Cv, on alimentera 350 becs de 200 l.

Malgré le renouvellement du manchon, plus coûteux que celui des charbons pour un arc de même intensité, l'avantage

reste sans contredit au gaz forcé, qui donnerait *le plus économique des foyers intensifs.*

A en croire les journaux, le Patentamt allemand a refusé, le 25 juin 1896, de breveter le gaz forcé.

Quoi qu'il en soit, l'importance de ce procédé n'échappera à personne.

Il ne sera peut-être pas indispensable de forcer la pression du gaz pour obtenir un rendement voisin de « la bougie par litre » : le nouveau verre d'Iéna, d'un diamètre plus fort sur toute sa longueur médiane et percé de trous à la base de la partie élargie donnerait avec le bec Auer ordinaire un rendement de b 1,25 par litre.

12. — Equivalence du mètre cube avec le kilowatt-heure. — *Un mètre cube de gaz vaut un kilowatt-heure comme source de lumière, de chaleur ou de force motrice,* voilà la thèse admise de l'autre côté du Rhin, et fort à la mode en ce moment.

Déjà indiquée par E. Schilling, elle a été soutenue à Berlin, avec calculs à l'appui, par le président de l'association. M. Schæfer, de son côté, venait d'en donner la démonstration au XVe congrès des gaziers autrichiens à Buda-Pesth, les 22 et 23 mai 1896 (voir le *Gastechniker*, Vienne, 15 juin 1896).

Voici ses conclusions.

a) A puissance égale de production journalière, le capital nécessaire pour une station centrale électrique est plus élevé que pour une usine à gaz ;

b) A rendement égal, ou inférieur pour l'électricité, le prix de revient de 1 KWH est plus élevé que celui de 1 m c de gaz ;

c) Le rendement d'une station électrique est moindre, du chef de la moindre durée journalière d'utilisation du matériel ;

d) Pour une consommation donnée de lumière, l'électricité coûte 3 à 4 fois plus que le gaz ;

e) Pour une consommation donnée de force motrice, l'électricité est de 60 0/0 plus chère que le gaz ;

f) Pour une consommation donnée de chaleur, l'électricité est 12 fois plus chère que le gaz.

Voici comment M. Von Œchelhæuser fait son compte :

ÉQUIVALENCE ACTUELLE ENTRE LE GAZ ET L'ÉLECTRICITÉ

GAZ	ÉLECTRICITÉ
A. — **Lumière.**	
a) Un bec à incandescence par le gaz sous pression ordinaire, donne, en moyenne de sa durée d'éclairage : 100 l = environ 56 bougies Hefner. 1 mc = environ 560 bougies Hefner.	*a*) Une lampe électrique à incandescence donne, en moyenne de sa durée d'éclairage : 50 W = environ 14 Hefner en lampes dites de 16 bougies. 1 KWH = environ 280 Hefner en lampes dites de 16 bougies.
Donc 1 m c de gaz = 2 KWH.	
b) 1 bec à incandescence sous 1 m de pression (gaz forcé) : 200 l = environ 200 bougies Hefner. 1 mc = environ 1.000 bougies Hefner.	*b*) La lampe électrique à arc : (Voir plus loin.) 1 KWH = environ 1.000 Hefner.
Donc 1 m c de gaz = 1 KWH.	
B. — **Force motrice.**	
1 CvH effectif exige : Dans les petits moteurs environ 800 l Dans les gros moteurs environ 600 l 1 mc gaz donne 1,25 à 1,66 CvH	1 CvH effectif (736 W) consomme actuellement : Dans les petits électromoteurs à 80 0/0 de rendement moyen environ 920 W Dans les gros électromoteurs à 90 0/0 de rendement moyen environ 820 W 1 KWH donne 1,08 à 1,22 CvH.
Donc 1 mc de gaz $>$ 1 KWH.	
C. — **Chauffage.**	
1. Essais de J. Hasse, suivant détail, etc., fourneaux de cuisine 2.400 à 2.600 calories, soit 48-55 0/0 de rendement avec gaz de 4.800 calories. 2. Essais de F. Joly sur 18 poêles à gaz, etc., 75,6 à 92,1 0/0 de rendement, etc. 1 m c de gaz fournit 2.400 à 4.000 calories effectives.	1. Essais de F.-H. Haase, suivant détail à 80-90 0/0 de rendement 1 KWH = 780 à 690 calories. 2. Essais de Herzberg jusqu'à 95 0/0 de rendement 1 KWH = environ 800 calories. 1 KWH = 700 à 800 calories effectives.
Donc 1 m c de gaz donne de 3 1/2 à 5 fois autant que 1 KWH.	

Prix habituels en Allemagne, sauf rabais.

Gaz pour l'éclairage, fr 0,175 à fr 0,25 le m c.	1 KWH pour éclairage, fr 0,75 à fr 1
Gaz pour chauffage et moteurs, fr 0,10 à fr 0,15 le mc.	1 KWH pour force motrice, fr 0,25 à fr 0,36.

Observations. — (*a*) En comparant le bec à incandescence alimenté de gaz forcé sous 1 m de pression, avec l'arc électrique de 6 A, l'auteur évalue ce dernier à 600 W, ce qui revient à prendre le courant électrique à 100 V. Il y a deux cas plus favorables à l'électricité, celui de lampes à arcs « en série par deux », où chacune n'absorbe que 45 à 50 V, soit 270 à 300 W pour 6 A, et celui de lampes en série sur courant de plus haute tension, où la tension est également inférieure à 100 V par arc.

D'autre part, l'arc en courant alternatif a un rendement moindre, ce qui établit une sorte de compensation ; de plus l'emploi de l'accumulateur électrique dans les stations en continu diminue également le rendement de ces dernières par KWH produit aux machines, tout en réalisant une économie sur l'ensemble de la fabrication. Enfin la consommation moyenne des lampes à incandescence est en général supérieure au chiffre de 50 W pour 16 b. Tout balancé, on peut accepter la conclusion de l'auteur : 600 litres équivalent ici à 600 W (1).

(*b*) M. Von Œchelhæuser néglige, dans l'éclairage au gaz, le bec papillon et le bec Argand ; et il est dans le vrai, s'il s'agit de comparer les rendements lumineux *actuels* des deux systèmes. Que le bec Auer soit actuellement presque le seul brûleur adopté par les consommateurs de gaz est en tous cas vrai

(1) A la suite d'une discussion dans les colonnes du Journal Gasbel. M. Von Œchelhæuser a justifié ses chiffres (n° du 10 octobre 1896 ; voir aussi le Journal des Usines à gaz du 20 déc. 1896) ; en moyenne, entre le courant alternatif et le continu, les derniers essais faits en Allemagne aboutissent à ce résultat : 1000 bougies par KWH.

pour la Compagnie Continentale du Gaz de Dessau, qui a placé, en 1895, 15.269 becs Auer chez ses abonnés, contre quelques douzaines de becs papillons. Ajoutons que la Société Auer de Berlin vend son bec complet pour fr 6,25. Ce sont bien ici « cosas de Germania », et cette considération nous a décidé à introduire dans le présent rapport les conclusions de MM. E. Schilling et Von Œchelhæuser.

13. — « Le développement des usines a gaz d'Allemagne depuis 10 ans », autre communication faite au Congrès, est un extrait, dû à M. E. Schilling de Munich, de sa nouvelle « statistique des usines à gaz allemandes ».

Ce travail a paru *in-extenso* dans nos journaux gaziers.

Depuis 1885, le nombre des usines a passé de 668 à 724 (d'autres disent 800), le gaz ayant été installé dans 55 villes nouvelles, et la production annuelle ayant augmenté de 23 millions de m c, soit de 23 0/0.

En admettant l'équivalence comme éclairage, force motrice et chauffage entre le m c de gaz et le KWH, on observe que si les stations centrales électriques ont passé, pendant ces 10 ans, de néant à une puissance de production égale à 40.500 unités (KW), les « centrales de gaz » ont augmenté la leur de 177.000 unités (m c à l'heure).

Le gaz occupe un champ d'action égal à 6 fois au moins celui des « centrales électriques », sans parler du chauffage, et de l'éclairage public au gaz. Il se prête mieux à la centralisation. D'ailleurs les deux systèmes s'adressent à des clientèles différentes (1).

(1) On peut ajouter les exemples suivants :
La Compagnie continentale de Dessau a eu en 1893 sa plus forte augmentation du nombre de flammes

La consommation effective par habitant est de 60 m c à Nuremberg, 55 à Leipzig, 75 à Dresde, 80 à Berlin, 82 à Cologne. Elle atteint 97 m c à Carlsruhe contre 68 il y a 10 ans; il faut ajouter que le gaz y est vendu à très bon marché : 18 pfennig soit 22,5 centimes pour l'éclairage, 15 centimes pour le chauffage et cuisine, location du compteur gratuite pour toute consommation dépassant 25 francs par an, voilà les prix de l'usine municipale, c'est-à-dire à concession perpétuelle ou indéterminée, de Carlsruhe.

Si ces lignes tombent sous les yeux de quelque personne peu initiée à l'industrie du gaz, qu'elle ne trouve point dans les chiffres qui précèdent matière à critique pour les usines à gaz françaises; le public n'aura chez nous le gaz à bon marché que le jour où il se décidera à assurer aux capitaux nécessaires à l'industrie du gaz la durée suffisante pour retrouver, dans un bénéfice limité, leur amortissement nécessaire. — D'ailleurs tout est relatif; la grande supériorité du gaz, son économie résident dans les facilités de toute nature que présente son emploi, promptitude, propreté, précision, plus encore que dans le prix du m c. Il a été établi par exemple que, en France (congrès 1896), le gaz à 20 c est moins cher, pour les fours

A l'usine de Dessau (électricité depuis 1884) la consommation de gaz a augmenté de 20 0/0 en 1895.

A Cassel (électricité depuis 1891) la consommation de gaz a augmenté de 10 0/0 en 1894-95.

A Dusseldorf (électricité depuis 1891) la consommation de gaz a augmenté de 13 0/0 en 1894-95.

Les douze usines suivantes, ayant subi depuis plusieurs années la concurrence de l'électricité, ont eu en 1894 une augmentation de 50.000 flammes, soit plus de 7 0/0 : Barmen, Brême, Breslau, Dusseldorf, Elberfeld, Hagen, Cassel, Cologne, Kœnigsberg, Mulhouse, Stettin, Zwickau. En 1895, c'était mieux encore : l'augmentation a été de 9 0/0 à Bonn, 10 0/0 à Cassel, 13 0/0 à Dusseldorf, 20 0/0 à Charlottenbourg.

Malgré l'électricité on a dû construire des usines à gaz supplémentaires à Altona, Anvers, Darmstadt, Lübeck, Cassel, Zurich.

ordinaires de boulangerie et pâtisserie, que le charbon et le bois.

Sur 17 millions environ d'habitants des villes d'Allemagne éclairées au gaz, la consommation moyenne est de 43, 5 m c par tête et par an. Comme nous l'avons vu plus haut (§ 1), la consommation moyenne par habitant et par an est de 40 m c pour l'ensemble du pays.

CONSOMMATION DE CHARBON DES USINES A GAZ ALLEMANDES

INDIQUÉE OU COMPLÉTÉE D'APRÈS LE CHIFFRE DE LA PRODUCTION DE GAZ

PROVENANCES	CONSOMMATION EN TONNES	POUR CENT SUR LE TOTAL
1. Bassin de Westphalie et du Rhin (1)....	765.707	28 0/0
2. Silésie supérieure et inférieure; Silésie autrichienne (2)......................	746.963	28 0/0
3. Sarre et Palatinat (1)..................	468.833	17 0/0
4. Charbons anglais (3)...................	420.026	17 0/0
5. Cannels et enrichissants d'Ecosse.......	40.516	
6. Saxe (Zwickau).........................	219.861	8 0/0
7. Bohême (Pilsen)........................	34.291	2 0/0
8. Bogheads de Bohême (Platten et Falkenau) (4)............................	29.001	
9. Boghead d'Autun.......................	325	»
	2.725.523	100 0/0
10. Benzol (Nous sommes ici aux débuts de la carburation).......................	119	
Huile..................................	1.155	
Résine.................................	20	
Total.....	2.726.817	

(1) Les producteurs de charbon des bassins du Rhin sont constitués en syndicats très puissants ; on sait qu'une partie des excellents charbons de la Sarre appartient à l'Etat.

(2) Les charbons de la Silésie sont appréciés à l'égal des houilles anglaises.

(3) Les charbons anglais, exclusivement employés sur le littoral, arrivent jusqu'à Berlin.

(4) Les bogheads de Bohême, dits Plattenkohlen, de Radler et de Falkenau (Unterreichenau) sont employés jusqu'en Italie, où, toutefois, la concurrence du boghead d'Australie (Shale) leur a fait du tort.

13 *bis*. — STATISTIQUE DES MOTEURS A GAZ. — Nous avons quelque raison de croire que le nombre des moteurs à gaz installés est supérieur à celui de la statistique de M. Schilling, 158 usines sur 724 n'ayant pas donné ce renseignement, notamment Aix-la-Chapelle qui avait 300 moteurs en 1894, Francfort-sur-Mein, les faubourgs de Berlin, siège de la petite industrie (1.000 moteurs), Hanovre (400), etc.

D'après M. F. Schæfer (« La distribution de force motrice en Allemagne au moyen du gaz, 1894 »), la consommation des moteurs représente environ 10 0/0 de la vente totale (exercice 1892-93 sur 150 usines). La puissance moyenne des moteurs à gaz installés en Allemagne augmente plus vite que leur nombre; une enquête poursuivie dans 36 usines, alimentant 2.323 moteurs, a établi que 170 *industries diverses*, non compris la traction, demandent au gaz leur force motrice.

En somme on peut estimer qu'il existe aujourd'hui en Allemagne 25.000 moteurs à gaz pour 100.000 chevaux (Schæfer, « Gaz ou électricité »), puissance de beaucoup supérieure à celle des stations centrales électriques toutes ensemble.

Le moteur à gaz rend de grands services à la petite industrie, qui le préfère au moteur électrique. La distribution du courant électrique devait vivifier la petite industrie..., cette généreuse espérance, en Allemagne comme en France, ne s'est pas encore réalisée ; il en faut rabattre pour le moment (1).

14. — COUT HORAIRE DES ÉCLAIRAGES ACTUELLEMENT USITÉS EN ALLEMAGNE, PAR M. JOLY. — L'examen des diverses communications sortirait du cadre de la présente étude. Nous ferons une exception pour la « comparaison entre les éclairages usuels » due

(1) M. Stubben, conseiller municipal de Cologne, dans deux brochures publiées en 1892-93, arrivait à la même conclusion.

au distingué directeur du gaz de Cologne, M. Joly ; les chiffres de cet expérimentateur consciencieux, outre leur valeur comparative, donnent une claire idée des *conditions actuelles en Allemagne*.

M. Joly a essayé un certain nombre de becs à incandescence, les uns au débit fixe de 100 l, les autres à la pression fixe de 30 mm après le compteur, la plupart en les plaçant chacun dans les meilleures conditions de fonctionnement (ce que nous appelions « *l'optimum du brûleur* » dans une étude sur les becs usuels, en 1888); et en observant l'intensité lumineuse après 25 heures, puis après 400 heures de marche; la durée a été en général de 600 heures. Les meilleurs parmi les nombreux becs expérimentés étaient d'abord celui de la Société Auer, puis le bec Helios (un bec Helios après 1100 heures de marche, donnait encore 65 bougies hfl, à raison de 2,07 l de gaz par bougie).

Les chiffres ci-dessous, extraits du travail de M. Joly, expriment le coût horaire (1), en centimes, d'une intensité lumineuse de 16 bougies Hefner, obtenue avec les modes d'éclairage usités en Allemagne, et aux prix actuels.

I	Lampe électrique incand. 16 b consommant en moyenne 55 W à c 87,5 par KWH, coûtant c 81,25 l'une et durant 500 heures tout compris........................	c 5
II	Gaz papillon, 160 l à 20 c le m c...........	c 3,2
III	Gaz bec Argand, à 18 Hefner pour 150 l, 123 l à 20 c le m c........................	c 2,66
IV	Gaz « bec de précision » Siemens, 72 hfl pour 450 l à 20 c le m c..................	c 2
V	Incand. alcool 94 0/0 41 b hfl avec 1,05 l à c 3,15	

(1) Détail au *Journal des Usines à gaz*, du 5 nov. 1896.

le l et manchon Auer de fr 2,50 durant 333,3 heures (dépense réductible en supposant le manchon à fr 1,25 ou moins, comme il s'en trouve dans le commerce).. c 1,77

VI Gaz, bec récupération Siemens 60,9 b hfl pour 300 l gaz à 20 c...................... c 1,57

VII Incand. alcool 90 0/0 38,5 b hfl avec 0,97 l à c 3,25 le l.......................... c 1,61

VIII Lampe Wenham 68,4 b hfl avec 300 l, gaz à 20 c................................ c 1,4

IX Pétrole petites lampes 0,07 l à c 18,75 le litre, mèche c 0,0625 par heure............. c 1,37

X Bec Siemens à flamme horizontale 85,5 b hfl pour 300 l........................... c 1,12

XI Pétrole grosses lampes 0,05 l à c 8,75 par 16 b hfl............................ c 1

XII Gaz bec incand. Auer ou Helios, 2 l de gaz par bougie; manchon durant 333,3 heures coûtant fr 2,50 pour le type 200 l....... c 0,88

XIII Arc, petites lampes à 0,57 W par bougie, courant à 70 c par KWH, plus 5 0/0 pour les crayons. [Le chiffre de consommation du courant est trop faible; comme nous venons de le rappeler il faut compter 1 W par bougie]................................ c 0,82 (?)

XIV Gaz incand. comme au XII, manchon fr 1,25 type de 100 l... .... c 0,75

XV Arc, grosses lampes 0,55 W par bougie, plus 4 0/0 (voir au XIII, avec la même observation) c 0,72 (?)

XVI Nous pourrions ajouter ici le gaz forcé...... p m

D'après les chiffres donnés plus haut, le brûleur de 200 l au gaz forcé sous 1 m de pression, en supposant au manchon de

fr 2,50 une durée de 150 heures seulement, et y compris le gaz au moteur, coûterait environ c 0,5.

Notons que la plupart de ces chiffres résultent d'un calcul ramenant l'intensité lumineuse à 16 b Hefner pour des foyers qui en donnent de 4 à 20 fois plus, et même davantage.

Dans une autre communication, celle du professeur *Wedding*, les éclairages usuels sont comparés au point de vue du coût horaire et du nombre de calories dégagées par heure, chaque brûleur étant considéré à son intensité normale mesurée dans le plan horizontal. Aux prix de Berlin : 20 c le m c de gaz d'éclairage (le gaz de chauffage est depuis novembre 1895 à c 12,5 le m c), c 7,5 l'HWH, c 25 le l de pétrole au détail et c 43,75 le l d'alcool à 86 0/0 dénaturé par la pyridine, nous relevons les chiffres suivants (gaz à 5000 calories au m c, pétrole à 11000 par kg, alcool 7000 par litre) (1).

							Coût par heure.
							—
Lampe à pétrole	30	b Hefner	960	calories	à l'heure		c 2,75
Gaz papillon	30	—	1995	—	—		c 8
— Argand	20	—	1000	—	—		c 4
— Wenham	111	—	2042	—	—		c 8,125
— Auer	50	—	500	—	—		c 2
Incand. alcool	30	—	318	—	—		c 2,5

Pour en terminer avec le Congrès allemand, indiquons le titre des autres communications importantes : Valeur marchande des sous-produits, ammoniaque, vieilles matières, et note — avec expériences — sur les sels de thorium et analogues pour l'incandescence (prof. Bunte); comparaison raisonnée entre les 75 ou 80 types, vendus en Allemagne, de becs à incandescence; note sur le moteur à gaz, en comparaison avec la machine à vapeur. Une séance entière a été consacrée aux

(1) Détail au *Journal des Usines à gaz* du 20 septembre 1896.

compteurs d'eau : on veut exiger des constructeurs des indications uniformes et précises sur la capacité de ces appareils.

Note sur la nouvelle usine de Cassel.

Enfin l'ingénieur principal de l'usine à gaz de Charlottenbourg a rapporté sur les résultats obtenus par les appareils à charger et décharger, actionnés par l'eau sous pression, installés dans cette usine; cette communication a été suivie d'une excursion sur place, en même temps que d'une visite aux ateliers Siemens et Halske de Charlottenbourg (dynamos et câbles électriques).

De l'aperçu qui précède une impression générale se dégage : l'industrie du gaz en Allemagne est plus prospère que jamais.

CHAPITRE DEUXIÈME

Le Pavillon du gaz à l'Exposition de Berlin. Appareils de chauffage et cuisine, incandescence, moteurs.

15. — Le Pavillon du gaz, construit en rez-de-chaussée, affecte en plan la forme d'un T; il mesure environ 45 m dans ses deux dimensions extrêmes, 15 m dans les largeurs réduites (1). Des deux côtés de la façade figurent, à l'extérieur, les installations du tramway à gaz, voiture et station de compression montée sur roues, et les objets de grandes dimensions exposées par la maison Pintsch : réservoirs cylindriques en acier soudé sans rivure, pour gaz comprimé, et corps de bouées lumineuses au gaz d'huile, compteurs d'usines.

Quelques exposants : lanternes et brûleurs à incandescence, lampes et chalumeaux à essence et à pétrole, ont élevé de petites constructions particulières.

Le soir, brillant éclairage avec becs Auer, abondamment répandus dans plusieurs quartiers de l'exposition et notamment autour du pavillon du gaz ; foyers de 600 litres à trois brûleurs alimentés par le gaz forcé.

Les trois ailes du bâtiment sont occupées par divers exposants, fabricants d'appareils.

(1) Le plan et deux vues photographiques du Pavillon figurent au Journal Gasbel. du 31 oct. 1896.

La disposition que nous avons cherché à décrire diffère essentiellement, on le voit, de celle qui figurait à l'Exposition de Paris en 1889. Mais le temps marche et le Pavillon du gaz, en 1900, devra différer de ses prédécesseurs. Il y sera sans doute fait une place aux procédés, aux appareils de fabrication, de distribution et d'essai du gaz; mais ce sont les emplois du gaz, ses applications multiples à l'éclairage, au chauffage et à la cuisine, à la force motrice, à l'industrie, qui occuperont, pensons-nous, le poste d'honneur. Nous y voudrions voir attribuer un rôle important à la cuisine au gaz, boulangerie et pâtisserie; au chauffage domestique combiné avec la ventilation par afflux d'air pur. Quelques installations peu nombreuses, bien choisies et complètes, devront fonctionner sous les yeux du public. La perfection des appareils, des dispositifs d'établissement, s'y alliera avec les conditions ordinaires de la vie, dans les maisons à nombreux locataires; on s'adressera directement à la majorité du public, c'est-à-dire aux familles à budget modeste, et l'on saura mettre en lumière les grands avantages du gaz au point de vue économique.

16. — Dans l'axe du pavillon, faisant face à l'entrée, l'Exposition de l'Association des Gaziers allemands s'adosse à un panneau développé en hémicycle, de style italien et décorée du nom de « pergola ». Sa paroi demi-circulaire est découpée par des colonnettes en seize petites niches, où figure une ravissante collection appartenant au consul Niessen à Cologne : ce sont des lampes antiques, romaines étrusques ou grecques, pour la plupart des Ier, IIe ou IIIe siècle, en bronze ou en terre cuite (terra nigra, terra sigillata); les amateurs d'archéologie admiraient ces échantillons précieux et rares, aussi artistiques dans leur forme et leur décoration que primitifs au point de vue de l'éclairage. Les deux piliers terminaux sont

surmontés des bustes de Schiele (Francfort) et de N. H. Schilling (Munich), deux doyens de l'industrie gazière allemande.

L'hémicycle, où les amis de la maison peuvent seuls pénétrer, pour aller signer le livre d'or de l'Association, est fermé par une table sur laquelle est exposée la littérature gazière; les principaux *journaux* relatifs à l'industrie du gaz sont mêlés fraternellement : la France y figure en bonne place, à côté des Etats-Unis, de l'Angleterre, de l'Autriche et de la Hollande. Puis ce sont les *principaux ouvrages publiés sur le gaz*, entre autres les comptes-rendus de l'Association; nous remarquons à côté de la *Statistique des usines à gaz de Schilling* (Dr N. H. Schilling statistische Mittheilungen über die Gasanstalten, 5e édition, Munich, 1896), l'élégante brochure publiée par M. Steude, sous la direction du professeur Bunte : *Bibliographie du gaz et de l'eau* (Die Litteratur des Gas und Wasserfaches). L'auteur nomme tous les périodiques connus relatifs au gaz, avec les prix; puis les associations gazières du monde entier; enfin, par nom d'auteur, un millier de volumes et brochures relatifs au gaz et à ses applications, à la photométrie, au pétrole; le français, l'anglais, l'allemand, le hollandais, l'italien, le suédois s'y coudoient : nous n'y avons pas encore remarqué le japonais! Un exemplaire de cette plaquette a été déposé à la Bibliothèque de la Société Technique.

En fait de littérature de propagande, une brochure de format très-réduit, populaire, de facile lecture, intitulée « *Pas de maison sans gaz* » (Kein Haus ohne Gas), due à la plume habile de M. F. Schæfer de Dessau, est livrée au public par un distributeur automatique ; ainsi qu'une feuille sobrement illustrée, intitulée « Faites votre cuisine au gaz » (Koche mit Gas). Ces deux imprimés, et quelques autres du même genre, sont également à la disposition des membres de la Société Technique.

L'Association des Gaziers allemands expose en outre un

beau modèle de four Coze avec barillet, élévateur de charbon et toiture ; des appareils de laboratoire pour usines à gaz avec la série classique des produits dérivés de la houille et du goudron (121 échantillons, parmi lesquels la saccharine, la pyridine, l'indigo artificiel, l'antipyrine, l'alizarine et la fuchsine, etc.) ; enfin une collection d'appareils d'éclairage, reconstituant une exposition rétrospective. — Quelques échantillons de thorium, de son minerai la monazite, de carbure de calcium, complètent les vitrines de l'Association.

17. — Appareils de laboratoire. — Les procédés d'analyse, les dispositifs d'essai du gaz, paraissent être beaucoup plus en honneur en Allemagne que chez nous, où l'on se figure encore parfois que ce sont distractions théoriques, coûtant en somme plus qu'elles ne rapportent.

Ce serait là une erreur, contre laquelle tel ou tel de nos collègues de la Société Technique a déjà protesté (Congrès, années 1882, 1883, 1885, etc.). Ce n'est que par une surveillance minutieuse de tous les éléments du prix de revient que les usines allemandes arrivent à vendre le gaz à bon marché tout en réalisant des bénéfices, conformément au principe qui consiste à se rattraper sur la quantité. Voici, par exemple, quelques chiffres que nous extrayons du dernier rapport annuel de la C[ie] Continentale du Gaz de Dessau.

La Compagnie éclaire treize villes, comptant de 11.000 (Ruhrort) à 500.000 habitants (Varsovie), soit une population totale de 980.000 âmes ; elle accuse pour 1895 une production de 41.675.000 m c soit 42,5 m c par habitant en moyenne ; pour 418.000 flammes la consommation est de 96,9 m c par flamme et par an. En *moyenne* des treize usines en 1895, le rendement a été de 303,7 par tonne, le rendement au bec de 291,4 ; les fuites se montant à 4,06 0/0, soit

à 1.700.000 m c; et le chauffage a été en moyenne de 16,23 0/0 (voir au § 47 bis une note sur le Gaz de Dessau et sur l'exploitation de la Cie en 1896).

Les appareils exposés au Pavillon du Gaz sont pour la plupart d'une bonne et saine pratique industrielle. Citons les principaux :

1° Analyse des charbons. — Appareils à analyse complète, à dosage de l'azote; calorimètre Berthelot en verre; il y manque l'obus calorimétrique pour la mesure des pouvoirs calorifiques.

2° Fours a gaz. — *a) Mesure des températures.* — Calorimètre de Wenhold à eau; pyromètre de Wyborgh (thermomètre à air); pyramides de Seger, analogues à celles de Lauth, l'ancien directeur de Sèvres; ce sont de petites pyramides très pointues, plus ou moins réfractaires, qui se ramollissent et se déforment à des températures connues, graduellement croissantes.

Pyromètre thermo-électrique dit de Heræus, Keiser et Schmidt: c'est l'appareil de Le Châtelier, à deux fils, platine pur et platine à 10 0/0 de rhodium, et tube-enveloppe de porcelaine, utilisable jusqu'à 1600°.

b) Analyse des gaz de combustion. — Appareils d'Orsat et analogues : variantes de Müncke, de Thœrner; burettes de Bunte, Drehschmidt, Hempel, Lunge, Winkler (voir plus loin).

3° Analyse du gaz brut. — Appareils à doser l'ammoniaque de Knublauch, Tieftrunk: dosage du goudron, du même.

Appareils à absorption de Drehschmidt, Lunge, Winkler.

Le principal exposant d'appareils d'essai est la maison P. Altmann de Berlin.

Son modèle de burette Hempel, avec le dispositif bien connu (dû à Pettersson) de correction de température et pression, fig. 1, coûte fr. 40 (Nous avons entendu dire que les appareils de ce genre, en verre soufflé, coûtent plus cher sur les bords de la Seine). La burette Hempel est d'un emploi très commode au laboratoire.

Les *pipettes d'absorption*, fig. 2, et d'*explosion* à niveau variable, fig. 3, de Hempel, la *pipette à combustion* de Winkler, fig. 4, à air, avec amiante chargé de palladium, sont fixées à l'aide de pinces sur de petits chevalets en fer, à encoches.

Le niveau du liquide est réglé à l'aide d'un petit réservoir en boule, mobile.

Le *tube capillaire en platine* de Drehschmidt pour la combustion du méthane, fig. 5 (longueur 100 mm et dispositif de refroidissement) coûte fr. 56, avec le pied en fer. M. Drehschmidt, chimiste en chef des usines à gaz municipales de Berlin, a substitué à l'explosion la combustion lente, l'analyse se fait sur le mercure.

4° Essais du gaz courant. — CO^2; appareils de Œchelhæuser, Rüdorff, de Winkler, commode.

S; l'appareil de Drehschmidt, fig. 6, coûte 80 fr.

Poids spécifique : Appareils de Bunsen, Schilling, Chancel; balance de Lux. On connaît les appareils analogues présentés à la Société Technique.

5° Analyse complète du gaz, etc. — Burettes simples et doubles avec tubes de compensation et de combustion, de Drehschmidt, de Hempel, fig. 7. Burette de Bunte. Gasvolumètre de Lunge — aussi à correction de température et pression — et accessoires tels que piles, bobine. Appareils à gaz tonnant de Bunsen, Finkner.

Winkler a construit une burette à combustion avec spirale de palladium chauffée électriquement.

La figure 8 représente l'appareil Drehschmidt pour le dosage du cyanogène dans le gaz.

6° Calorimètre à eau de Junkers, à Dessau (1). — Cet appareil — maintenant en vente chez Ducretet et Lejeune, à Paris — est très employé en Allemagne; il mérite une attention spéciale. Aujourd'hui plus que jamais, avec l'emploi croissant du moteur à gaz, du bec à incandescence, il est précieux de mesurer en quelques minutes le pouvoir calorifique du gaz de ville au m c, du gaz à l'eau, etc. Exemple : la station centrale de Dessau mesure réglementairement tous les jours le pouvoir calorifique du gaz qui actionne ses moteurs, l'essai est très simple et rapide.

7° Essais des sous-produits. — Dosage de l'ammoniaque, des sels fixes, pour évaluer le poids de chaux à ajouter pendant la distillation des eaux, dispositifs de Knublauch, de Wagner-Knoop ; dosage du soufre dans la vieille matière par CS^2, appareil de Drehschmidt, fig. 9, avec éprouvette perforée en porcelaine et tubulure pour la trompe.

8° Photométrie. — A côté des bougies officielles allemande (paraffine) et anglaise (spermaceti), l'association expose la lampe Hefner, l'étalon industriel officiel en Allemagne.

Puis, ce sont l'ancienne lampe Eitner à benzine, la lampe au pentane de Vernon-Harcourt, l'écran de Methven, un compteur d'expériences, enfin le *photomètre officiel* de l'association, avec le dispositif de Lummer et Brodhun, sortis de l' « Institut d'optique » de A. Krüss à Hambourg.

(1) Voir *Le Gaz* du 15 mai 1896.

Dans le photomètre officiel ou « normal », la lampe à acétate est à distance constante de la « tête » de Lummer-Brodhun : on peut aussi fixer la lampe à une des extrémités du banc, ou lui substituer une bougie.

18. — Observations, essais photométriques et divers. — Ceux de nos collègues qui voudraient avoir des renseignements plus précis sur les pratiques allemandes en trouveront dans le traité de chimie de Wagner, traduction Gautier, dans le récent volume de Ost (Chemisch-Technische Untersuchungen), dans les catalogues des constructeurs (Leybold, Altmann, etc.) et des maisons de compteurs et appareils pour usines à gaz : Pintsch, Elster etc. Ces derniers contiennent des instructions intéressantes sur les photomètres : type Bunsen, type à miroir incliné et pour éclairage public, photomètre différentiel pour comparer entre eux divers échantillons de gaz ; photomètres à jet, etc.

On nous permettra toutefois deux *observations*.

La première, relative aux *essais photométriques*, nous est suggérée par la rivalité entre la méthode Dumas et Regnault et les procédés en usage en Allemagne : photomètre Bunsen et analogues, mobiles le long d'une règle graduée.

La lampe Carcel se compare, en France, au bec de gaz *à débit variable*, mode de mesure plus naturel que la « variation de distance », en tout cas plus voisin des habitudes du public, lequel fait varier la consommation des brûleurs. Quant au choix de l'étalon, lampe Carcel dont les inconvénients sont connus ou lampe à l'acétate d'amyle, commode aussi malgré ses inconvénients (attaque du laiton par l'acide acétique, sensibilité de la flamme aux courants d'air, à la présence de CO^2, etc.), on a le droit d'hésiter... la photométrie est bien loin de la perfection.

Tant que le *combustible* sera seul défini et réglé, tandis que le *comburant* ne l'est pas, l'air de la pièce restant soumis aux diverses variations de composition chimique, état hygrométrique, température, pression..., la *combustion* ne pourra être définie elle-même. De plus, les relations entre l'étalon de lumière et l'enceinte où on l'observe viennent influer les observations. Nous croyons donc que tout en sachant reconnaître et utiliser les précieuses qualités des étalons secondaires actuels, il faut attendre, de ce côté-ci du Rhin ou de la Manche, comme de l'autre, de nouveaux progrès soit dans la construction de l'étalon, soit dans le mode de comparaison des éclats ou des intensités lumineuses.

La seconde observation est relative aux *essais du gaz faits à l'usine*.

Les appareils d'essai journellement employés dans les usines à gaz allemandes ont un caractère de simplicité et de précision intéressant, les expositions Pinstch et Elster en fournissent plusieurs exemples :

(*a*) Essai de l'ammoniaque dans le gaz de ville (Vérification de l'épuration physique). — Dans l'appareil de Elster (1) (Tieftrunk simplifié) le gaz est mesuré par un régulateur sec A de 25 l à l'heure, fig. 10. Ce régulateur, ajustable à l'aide d'une vis F de réglage et contrôlé de temps à autre avec un compteur d'expérience, débite donc 100 l de gaz en 4 heures. Le gaz entre et sort par un couvercle supérieur fixe D ; dans l'intervalle il barbote dans une éprouvette C contenant le réactif, 1 cm cube d'acide sulfurique normal au dixième, coloré à l'acide rosolique ou au diméthyl-orange.

L'éprouvette est contenue dans un cylindre ouvert par le bas et refermé simplement à l'aide d'un disque de verre *r* et

(1) Maison S. Elster, à Berlin, Neue Kœnigstrasse, 68.

d'un caoutchouc, pressé de bas en haut contre le cylindre. Un peu d'eau maintient le degré hygrométrique. La saturation de l'acide, rendue sensible à l'œil par une subite décoloration, est produite par 0,0017 gr de AzH^3 (1,7 milligramme d'ammoniaque); cette quantité étant admise comme la limite pratique dans 100 l de gaz, la décoloration ne doit pas se produire avant quatre heures d'essai ; si elle se produit au bout de trois heures, par exemple, on en conclut que la quantité d'ammoniaque contenue dans le gaz est de 1/3 supérieure à la quantité normale.

La limite officielle de 17 milligrammes de AzH^3 par m c de gaz de ville n'est plus le dernier mot de la pratique actuelle ; on réduit aujourd'hui cette limite de moitié.

(*b*) Essai du soufre (hydrogène sulfuré), Elster. — Appareil semblable ; la bande de papier au sous-acétate de plomb est appliquée contre une lame de verre et maintenue humide (fig. 11).

Avec un débit de 50 l à l'heure, le papier ne doit pas noircir après 12 heures d'essai ; l'essai est donc quantitatif dans une certaine mesure. Coût : 50 francs.

On peut changer les fiches pour les conserver dans un carnet, en même temps que se relayent les équipes à l'épuration. Ces deux appareils peuvent être reliés avec un bec-bougie, photomètre simplifié.

19. — L'Exposition rétrospective de l'éclairage est une collection de 90 pièces, disposées par ordre chronologique sur une longue table, très intéressante à étudier de près pour les hommes du métier, mais peu significative pour le grand public.

Des lampes et brûleurs de toute nature, couchés sur une table ou accrochés sur une rampe, au repos, sans éclairage et

sans vie, ressemblent un peu à une collection de fossiles : la moindre flamme chaude et vivante ferait bien mieux l'affaire du visiteur profane.

A tout seigneur tout honneur : le premier de la série est un morceau de bois résineux fiché sur une pince rustique à 3 pieds ; cette torche rudimentaire est encore en usage dans certaines forêts de l'Allemagne.

Puis, ce sont de vénérables lampes à l'huile, grecques et romaines ou de l'antique Germanie, éclipsées — il faut l'avouer — par la collection archéologique exposée dans le motif central. L'huile d'olive et l'huile de colza (Rübœl) alternaient à cette époque avec le suif, brûlé aussi dans des lampes ouvertes, à mèche apparente.

La chandelle, la bougie de cire, les mouchettes rappellent deux vers de Gœthe, qu'on pourrait à peu près traduire ainsi : « Je ne sais ce qu'on pourrait inventer de mieux que « des chandelles brûlant sans mouchettes. » — La petite lampe à huile de la Reine Louise, à réservoir supérieur dissimulé sous un abat-jour de soie verte — exemplaire historique — cède le pas au bec Argand, puis aux premiers modérateurs — bientôt en lutte avec les diverses lampes à pétrole. Le gaz entre en lice ; voici les premiers becs anglais pour l'éclairage public au gaz, datant de 1814 ; becs papillons, becs Manchester, becs ronds en porcelaine et stéatite, bec Bengel-Dumas ; becs conjugués, soit du type E. Coze, soit de Schülke ; becs Sugg pour l'éclairage public, becs spéciaux pour le gaz de bois, le gaz d'huile, becs pour l'acétylène (à trous très fins, à entraînement d'air). Les becs à incandescence occupent une place importante, ce sont les becs Clamond, le bec de Lewis au platine pour gaz sous pression. Le bec de Fahnejelm, en magnésie moulée en forme de peigne, est actuellement en usage dans plusieurs usines qui emploient du gaz à l'eau pour leurs usages industriels.

A côté des brûleurs basés sur le chauffage préalable du gaz, M. F. Siemens expose la série complète de ses becs à récupération, modèles 1879, 1880, 1881 à flamme horizontale; types 1884 de 800 l et de 4.500 litres à l'heure, gros comme un obusier; le bec dit « inversé » de 1886 (1), etc.

Les régulateurs proprement dits sont rapprochés des modérateurs ou régulateurs simplifiés, à vis, à panier de toile métallique, etc.

La série se termine par le bec Auer; des échantillons de monazite, la matière première du thorium, de sels préparés pour l'incandescence : oxalate, nitrate de thorium, sont exposés côte à côte avec un morceau de carbure de calcium : témoins paisibles d'une lutte qui ne fait que commencer.

L'exposition rétrospective de l'éclairage est fort instructive pour les gaziers, mais, nous le répétons, il faudra l'organiser sur une plus grande échelle, le jour où l'on y voudra intéresser le grand public.

En matière d'éclairage, il faut de la lumière... il ne sera pas toujours facile de faire fonctionner ces anciens appareils, ces brûleurs antiques, témoins des recherches de nos prédécesseurs, mais il s'opérera ainsi une sélection utile, lutte pour la vie, ou plutôt, puisqu'il s'agit de reliques, lutte pour la gloire.

26. — Exposants du pavillon du gaz; compteurs d'abonnés et appareils d'usines. — Les appareils de fabrication, trop volumineux ou considérés comme connus, ne figurent pour ainsi dire pas à l'Exposition. En dehors du modèle de four Coze, déjà cité, de quelques photographies d'usines exposées par la So-

(1) On trouvera de plus amples détails sur les becs d'éclairage public, le dessin du bec inversé p. 112 et 114, etc., dans le volume récemment publié par M. Lux, *l'Eclairage à Berlin*.

ciété de construction de Berlin-Anhalt, et des plans des usines à gaz municipales dans le pavillon de la ville de Berlin, nous ne trouvons que de rares spécimens de vannes et d'extracteurs.

Suivons l'ordre des exposants :

1° La maison *Julius Pintsch*, l'une des plus importantes de l'Allemagne, construit dans ses trois usines tout ce qui est relatif aux spécialités suivantes :

a). Appareils d'usines pour le gaz courant, appareils d'essai et d'éclairage public, compteurs ;

b). Eclairage au gaz d'huile pour chemins de fer, bouées et phares ;

c). Gaz à l'eau, becs spéciaux à incandescence.

Les *compteurs* exposés sont fabriqués avec beaucoup de soin, ainsi que nous avons pu nous en convaincre dans les ateliers de Berlin (Andreasstrasse); *le tarif indique les poids pour chaque calibre*; la minuterie est établie avec précision.

Le compteur de trois becs n'est plus admis par l'Office des poids et mesures, il y a trois ans on en a détruit 15.000 à Berlin ; la plupart étaient en bon état, malgré leur âge, 30 et même 40 années, grâce à la pureté parfaite du gaz de Berlin. Ceux de 5 et 10 becs sont *tous* à niveau invariable (deuxième volant, système Warner et Cowan); au delà de 10 becs ce dispositif n'est plus nécessaire.

Les *appareils accessoires* exposés au pavillon, gazomètres de précision, régulateurs pour installations particulières, etc., témoignent également d'une construction soignée.

Une *pompe à comprimer le gaz d'huile*, à réfrigération par courant d'eau, figure à côté d'une collection de lanternes spéciales pour l'éclairage des voitures de chemin de fer, des bouées ; parmi ces dernières nous avons remarqué une lanterne où un mécanisme d'horlogerie, agissant à intervalles réguliers sur le courant de gaz, à l'aide d'une membrane,

produit un « feu à éclats ». On connaît le *régulateur Pintsch à gaz riche comprimé*, employé par les chemins de fer. En dehors du pavillon sont des réservoirs cylindriques du type bien connu, en tôle d'acier pour gaz riche, et des corps de bouées, également en acier soudé sans rivure.

Au bord de la Sprée, dans l'enceinte de l'Exposition, la même maison a exposé un phare de troisième ordre, et une bouée lumineuse, toujours au gaz d'huile, chargée pour plusieurs mois ; on sait qu'elle a introduit ce système d'éclairage pour ainsi dire dans le monde entier.

2° Maison *S. Elster*, Berlin :

Extracteur rotatif à deux palettes, type Beale 1891 ; la palette est conduite par de larges segments circulaires, son contact avec le tambour est assuré par une lame à bord arrondi, pouvant se remplacer; graissage à l'huile. Régulateur-*Bypass* d'un type spécial.

Jeu de valves à tampon ; à signaler aussi *la valve à genou*, où le tampon de fermeture est appliqué sur son siège, à l'aide d'une vis et du dispositif habituel des concasseurs à mâchoires (fig. 12). Pour les modèles dépassant 300 mm le presse-étoupe est à la base de la colonne L.

Plaque d'arrière d'un compteur d'usine. — Dans les compteurs Elster pour usines le niveau maintenu constant, à l'aide d'une arrivée d'eau et d'un trop plein, *est le niveau à l'intérieur du tambour ;* il existe dans les gros calibres deux réglages de niveau, un pour l'intérieur du tambour, un autre pour le niveau dans la caisse même du compteur.

L'axe du compteur est en acier Siemens-Martin, il porte sur des coussinets en bronze phosphoreux ; le tambour est en tôle au bois, zinguée et polie, avec armature de fer forgé, zinguée ; soudure à la colophane. Les roues de la minuterie, en laiton, sont taillées à la fraise.

La minuterie est garantie contre tout suintement d'eau par deux presse-étoupe et une chambre intermédiaire, fig. 13. Des dispositifs spéciaux sont établis pour le graissage des portées, pour la vidange et le nettoyage soit de la caisse soit du tambour. Nous figurons aussi le trop plein, fig. 14.

Régulateur d'émission automatique, à arrivée d'eau; le départ de l'eau s'effectue automatiquement, mais il peut être modifié à la main.

La maison Elster expose une *installation* complète pour le calibrage et *l'essai des compteurs;* le gazomètre de précision est remarquable; nous renvoyons à l'album du constructeur pour les détails, qui ne présentent aucun principe nouveau.

Plus loin, une collection de *compteurs d'abonnés*, secs et humides, que la maison fabrique depuis tantôt 50 ans. Le métal du tambour est indiqué comme constitué par un alliage d'étain de Banca et d'antimoine pur, sans fer ni mercure. Le flotteur est d'un grand diamètre; la soupape est à contact sphérique, de façon à assurer une bonne fermeture, sans « collage » sur son siège. La tige verticale actionnant la minuterie est entourée d'un tube faisant garde hydraulique avant de traverser le presse-étoupe. Le compteur de 10 becs compte jusqu'à 1.000 m c; celui de 60 becs 100.000 m c. Le tarif donne les *poids* des compteurs.

Le compteur à niveau invariable est à flotteur d'équilibre ou à deuxième volant, dispositifs connus.

Nous avons remarqué *un tableau de manomètres à zéro constant*, le niveau de repère étant celui d'un vase à large section, portant un flotteur régulateur avec une aiguille indiquant les variations éventuelles du niveau normal. A ce dispositif on ajoute, lorsqu'il s'agit d'une salle d'épuration, un commutateur à mercure *m n* fig. 15, permettant de faire communiquer les divers épurateurs (la figure en sup-

pose 4) avec les manomètres dans l'ordre même où ils sont parcourus par le gaz, de telle sorte que l'inspection des tubes présente à l'œil une courbe continue.

Un *manomètre avertisseur* consiste en deux tubes à eau communiquant par le bas ; l'un est branché sur la pression à contrôler ; le flotteur du deuxième tube déclanche, lorsqu'il atteint le niveau dangereux, une sonnerie à contrepoids. Cet appareil robuste supprime l'emploi du courant électrique.

Citons encore des *thermomètres* pour usines à gaz, des robinets spéciaux pour régler l'éclairage des jeux de scène dans les théâtres, et divers appareils de précision, notamment pour les offices de poids et mesures.

En somme, on a l'impression, comme chez l'exposant précédent, d'une précision et d'un soin minutieux apportés à la construction des appareils les plus simples.

21. — Becs a incandescence par le gaz. — Il existe déjà en Allemagne plusieurs millions de becs à incandescence, et tout fait prévoir que le nombre en augmentera notablement.

La *Société allemande Auer* (*Deutsche Gasglühlicht Aktiengesellschaft*) occupe l'extrémité du pavillon du gaz opposée à l'entrée. Elle expose ses divers types de becs ; de lanternes d'intérieur, de devanture et d'éclairage public, avec les divers modes d'allumage ; puis une série de globes, de verrines, en général à teintes roses, et plus ou moins ornés suivant le goût... de sa clientèle.

Derrière un vitrage, quelques ouvrières façonnent et flambent des manchons, à l'aide de gaz comprimé à 1/10 d'atmosphère et de brûleurs Bunsen circulaires, dont les chalumeaux sont dirigés vers le centre. Ce brûlage énergique, rapide, aurait pour effet de transformer en oxydes les carbonates ter-

reux (dus, pensons-nous, aux oxalates) et de rendre le manchon plus compact.

Enfin, dissimulée dans un coin, l'installation du gaz forcé, dont nous avons déjà parlé.

Le bec Auer usuel, offert au public, est le brûleur de 100 litres. D'après le tarif, pour 100 l environ, il donne 60 bougies Hefner ; il coûte pf 1,6, soit 2 c à l'heure, au prix de Berlin, et produit l'équivalent de 60 : 9,5 = 6,315 Carcels pour 100 litres avec une consommation de 15,83 litres, *disons 16 litres de gaz par carcel.*

Ajoutons que le gaz de Berlin doit être tel que le bec Argand type Elster de 150 litres avec flamme de 45 mm donne 16 candles ou bougies anglaises de spermaceti, soit 18,25 bougies Hefner.

D'après les récents *essais faits à l'Institut physico-technique de Charlottenbourg*, le bec Auer consommant 112 litres, sous une pression de 34 mm, a donné une intensité lumineuse moyenne de 66 bougies Hefner dans le sens horizontal, avec 60 au minimum et 74 au maximum.

Il existe d'autres types ; le *bec Auer N° O* consomme 50 litres, donne 30 bougies environ, et suffit amplement pour éclairer des escaliers, petits locaux, etc.

Le *manchon* serait imprégné, à ce qu'on nous a dit, de nitrate de thorium additionné de 2 0/0 de cérium. Il est lié à son sommet par une cordelette d'amiante et supporté en son centre par un petit axe vertical en magnésie, terminé en fourche. Nous avons vu la fabrication de ces fourches dans la deuxième usine de la maison Pintsch, à Fürstenwalde (40 km de Berlin). La magnésie naturelle, calcinée à une température très élevée, est ensuite broyée et moulue à l'état de farine, puis malaxée en pâte avec de l'eau et de la gomme adragante. Débitées ensuite par une filière continue, les petites baguettes sont coupées et façonnées par des ouvrières, sé-

chées, empaquetées et chauffées à nouveau, à une haute température, à l'aide du gaz à l'eau. Les baguettes courbées à la cuisson sont mises au rebut.

Le verre le plus employé est le verre dit incassable ou d'Iéna ; pour le fixer la Société Auer recommande un manchon à 4 griffes-ressorts, recourbées verticalement, avec lequel il devient impossible de toucher le manchon lorsqu'on place ou enlève le verre. Ce dernier coûte (25 pf) c 31,25 ; la griffe à 4 branches (fig. 16) coûte fr 1,25.

Le bec Auer complet de 100 litres coûte, depuis le mois de novembre 1895, (5 marks) fr 6,25. Le type A le plus petit, coûte (4,5 mark) fr 5,65 : chaque manchon acheté à part (2 marks) fr 2,50.

Les *manchons de renouvellement*, livrés aux abonnés de la Société, aux clients qui ont fait plomber leurs becs par ses soins et dont les manchons ont péri par usure naturelle, ne coûtent que (40 pf) 50 centimes ; ceci est extrait du *règlement d'entretien* consenti par la Société à ses fidèles consommateurs, chez qui elle envoie ses monteurs 4 fois par mois pour le prix de (60 pf) 75 centimes par bec et par mois, avec un minimum de 5 appareils ou plutôt de (3 mks) fr 3,75 centimes par mois.

La cheminée se fait aussi en deux pièces ; la partie supérieure, assez longue, mobile en vue du nettoyage, s'emboîte dans le cylindre du bas (Heckmann) fig. 17.

Fischer propose des cheminées en mica, très longues, sans doute en vue de produire un meilleur tirage et d'augmenter ainsi la température de la flamme et le rendement du bec, fig. 18.

Citons enfin la cheminée en entonnoir renversé, une pièce de verre ou d'émail formant réflecteur, que certains constructeurs (Schneider par exemple) combinent avec une lanterne à vitrage conique d'une seule pièce, fig. 19.

Plusieurs *systèmes concurrents*, malgré le jugement récemment rendu en Allemagne en faveur du brevet Auer, sont exposés dans le pavillon du gaz. Nous avons, en particulier, remarqué pour sa belle clarté le bec « Helios », dont le vendeur se prétend à l'abri de toutes poursuites en Allemagne.

Le bec Helios coûte complet (4,50 mk) fr 5,65

Le manchon » » (1,50 mk) fr 1,95 (fr 125 le cent).

La maison Horwitz et Saalfeld expose aussi le bec *Expansion*; et le *Liliput*, qui consomme 50 l, soit environ un centime de gaz au prix de Berlin, et coûte, complet avec robinet-veilleuse commandé par une chaînette, fr 3,15. Le manchon est supporté par une fourche en magnésie.

Applications. — Le bec Auer est employé dans beaucoup d'établissements publics, universités, gares, cafés; à Berlin, il est adopté dans *toutes les gares* non encore installées à l'électricité. Toutefois on a renoncé dans ce cas aux candélabres, à cause des vibrations, pour adopter de préférence des lanternes suspendues (1).

Voici les résultats observés à la gare du Jardin Zoologique, à Berlin, dans l'une des salles d'attente :

Consommation	1893	1.190 m c
—	1894	1.075 »
—	1895	317 »

Dans les candélabres, les manchons ne duraient que 135 heures en moyenne; ils résistent beaucoup mieux dans les lampes suspendues.

(1) La *suspension* du bec Auer est proposée en ce moment en Angleterre pour l'éclairage public, le bec étant suspendu au dôme de la lanterne par l'intermédiaire d'un ressort spirale et d'une lyre très légère.

22. — Lanternes et modes d'allumage. — Bec Auer d'éclairage public. — Pour l'*éclairage public*, le bec Auer a déjà reçu de larges applications en Allemagne. On en compte ou comptera prochainement 500 à Charlottenbourg, 600 à Barmen sur 3.550 ; 1.625 à Wiesbade sur 1.650 (à W. durée moyenne des manchons 600 h) ; tout l'éclairage sera installé en Auer à Goslar, Darmstadt (1.700), Mayence (2.000), Halle (2.500), etc.

Voici les dispositifs adoptés par l'un des principaux constructeurs de lampes et lanternes à becs Auer, la maison *Schülke Brandholt et Cie*.

a). — ***Allumage à veilleuse intérieure.*** La veilleuse est fixée sur le cône ou champignon même du bec, le gaz lui est amené par un ajutage spécial, portant une vis pour régler la flamme qui doit mesurer 5 à 6 mm.

La veilleuse est allumée avant de placer le globe de verre. A l'ouverture graduelle du robinet principal, la veilleuse s'éteint.

b). — *Allumage par la cheminée*, lanterne modèle 154, du prix de fr 55 avec réflecteur. On ouvre le robinet en tirant la chaîne du côté marqué O (offen, ouvert), et présente l'allumoir à la sortie des gaz brûlés ; lorsque la lanterne comporte plusieurs becs, le même mouvement doit être exécuté avec lenteur. L'allumage se transmet d'abord à de petits becs auxiliaires (réglés à l'aide d'une vis), qui s'éteignent dès qu'ils ont allumé, sans la moindre explosion, les brûleurs principaux, fig. 20. Un réflecteur abrite la boule contre l'humidité.

c). — *Allumage au tube* (Cylinder-zündflamme), fig. 21.

Ce type s'applique à tout bec à incandescence entouré d'un verre de 125 mm de hauteur.

La veilleuse, alimentée par un tube spécial, branché sur le robinet principal à trois voies, est placée entre le tube de verre et la cheminée d'échappement en métal, l'intervalle est

de 10 mm environ, la veilleuse doit avoir une longueur de 10 mm.

d). — *Allumage à la cuiller* (Lœffel ou Rohrzündung).

Nous reproduisons le croquis, parce qu'il indique en même temps la disposition des lanternes à vitrage cylindro-conique d'une seule pièce. Pour le nettoyage le couvercle se relève sur charnière.

Le modèle fig. 22 s'applique à *l'éclairage public;* on emploie aussi beaucoup la lanterne suspendue à un candélabre élevé terminé en forme de crosse.

Dans les rues de Berlin est employé le bec Auer modèle C de 200 litres, 100 bougies, avec réflecteur. Le bec est entouré d'un verre ordinaire ou d'un verre en forme d'entonnoir renversé ouvert par le bas, fig. 19, ou d'une cloche spéciale en verre élargie autour du bec, supportant une pièce faisant à la fois réflecteur et cheminée d'échappement, fig. 23.

Nous comprenons la préférence souvent accordée à la veilleuse. Son emploi évite les petites explosions à l'allumage et maintient dans l'appareil, par sa chaleur, un léger courant d'air propre à *empêcher le dépôt des poussières ou de l'humidité*. La veilleuse se prête à diverses combinaisons; la *lanterne* du système Liebrecht, Berlin, pour l'éclairage public, reste fermée; la veilleuse, qui s'allume du dehors, s'éteint pendant l'éclairage. Dans le système Kirchweger la veilleuse est à mélange d'air et allume le bec par un long jet de chalumeau.

Outre ces divers modes d'allumage on rencontre encore à l'Exposition plusieurs systèmes d'*allumage électrique*.

Le « *Hermès* » opère à la fois l'ouverture du bec et l'allumage (bouton blanc), la fermeture et l'extinction (bouton noir).

Le « *Multiplex* » de von Morstein, employé par les constructeurs cités plus haut, produit les mêmes effets à l'aide d'un courant d'induction, divisé en plusieurs circuits lorsqu'il

y a un grand nombre de becs à allumer à la fois. Le contact électrique, à la base du brûleur, dure un temps suffisant pour que, à la rupture, le courant de gaz à allumer soit franchement établi.

Nous n'avons pas remarqué le mode d'*allumage à l'éponge de platine* récemment proposé à Londres.

23. — Incandescence a l'alcool, etc. — On a tant parlé de la lampe à incandescence à l'alcool que nous ne pouvons la passer entièrement sous silence ; son importance nous paraît d'ailleurs très réduite en regard de l'incandescence au gaz.

Les lampes à alcool exposées à Berlin coûtent en général fr 12,50 ; l'alcool à 80°, dénaturé à la pyridine, se vend fr 26,25 l'hectolitre, soit fr 0,38 à fr 0,45 le l au détail.

La *Société Auer* met en vente deux modèles ; le type A de 35 bougies, le type C de 60. Trois mèches plongent dans le liquide, les 2 mèches extérieures amènent l'alcool dans une chambre de vaporisation à la base du brûleur ; une mèche centrale alimente un brûleur auxiliaire, qui actionne le vaporisateur et produit ainsi le mélange d'air chaud et de vapeur combustible. Il faut allumer ce brûleur une minute au préalable avant d'allumer la lampe, comme il faut aussi l'éteindre le premier. Le bec de 60 b consomme environ 0,1 l par heure.

La Société Auer ne vend pas de lampe à essence ou gazoline, pour le motif, dit-elle, que l'essence est plus dangereuse que l'alcool pour le public. On sait que la Société Auer de Paris met en vente la lampe à incandescence au pétrole, du type Ditmar de Vienne, donnant 5 Carcels avec 7,5 gr : Carcel. Le dispositif en est très simple, à mèche unique.

La *Société Helios* (1) fabrique les 2 modèles. Sa lampe à

(1) Ritterstrasse, 45, Berlin.

alcool jouit d'une certaine vogue ; elle consomme 90 à 100 gr d'alcool à l'heure pour donner une intensité de 48 à 55 bougies; dépense horaire c 2,5 à c 2,8, d'après le professeur Heyduck de Berlin. La maison Helios conseille de préférence l'alcool à 90°, coûtant 36 c par l.

Enfin sous le nom de « *Bec impérial* » (1) on vend un appareil analogue, avec vaporisateur muni d'un couvercle. La cheminée en verre est en deux moitiés égales, unies par un léger cercle métallique auquel est suspendu le manchon ; cette disposition facilite le nettoyage du verre.

D'après le professeur Wedding ce bec produit 37 Hefner avec 76 gr d'alcool à 85 0/0. — Un second modèle de la même maison n'a pas de brûleur auxiliaire ou vaporisateur ; la vapeur d'alcool amenée à la base du bec par une mèche unique, dans une chambre métallique assez voisine de la flamme pour s'échauffer par conductibilité, se dilate, entraîne avec elle une certaine quantité d'air et vient enfin brûler au contact du manchon. La combustion sans vaporisateur est accompagnée d'un certain ronflement.

Le même principe — échauffement des vapeurs combustibles par conductibilité — est appliqué aux lampes à incandescence à gazoline de la maison *Horwitz et Saalfeld* (2), (environ 2 c par heure pour 60 b hfl avec de l'essence à 0,70 kg par l, coûtant 35 à 38 c le litre), et de la maison *Huff frères* (3). Pour la mise en marche des appareils sans vaporisateur, il faut chauffer le brûleur avec un allumoir spécial à l'alcool, ou faire flamber quelques gouttes d'alcool ou d'essence à la base du bec.

Ces divers appareils ont un certain succès en Allemagne ; toutefois la mobilité des lampes est compensée par leur poids.

(1) Leipzigerstrasse, 34, Berlin.
(2) Charlottenstrasse, 26.
(3) Johanniterstrasse, 11.

Si nous les avons mentionnées ici, c'est que nous y voyons surtout la préférence du public pour l'éclairage par l'incandescence en général... et, par conséquent, la promesse d'un bel avenir pour la vente du gaz.

24. — Appareillage a gaz. — Dans le pavillon scolaire, *S. Elster* expose ses *lanternes* spéciales « *à lumière diffuse* », où la clarté de 1, même de 3 becs Auer est soit réfractée, soit réfléchie par des lamelles d'un verre dépoli spécial, faisant un angle déterminé avec les rayons lumineux, et disposées en polygone étoilé avec (fig. 24, pl. II, type *b*), ou sans symétrie (type *a*). Les rayons lumineux subissant une double réflexion, ou étant lancés contre le plafond, ne parviennent jamais directement à l'œil de l'élève.

Nous reproduisons les croquis de la lanterne à *éclairage supérieur*, munie du *réflecteur à lamelles* d'Elster.

Au pavillon scolaire figurait encore une lampe à gaz placée près de l'angle du mur latéral avec le plafond, et disposée de façon à envoyer la lumière à 45° sur les pupitres ; ici les lamelles sont assemblées suivant les faces de pyramides quadrangulaires tronquées, emboîtées les unes dans les autres. On sait que l'éclairage unilatéral des écoles a été recommandé, il y a quelques 25 ans, par M. E. Trélat.

L'importance d'un *éclairage uniforme*, tel que celui de nuages éclairés par le soleil, est telle que nous croyons devoir ajouter quelques détails (Voir aussi le *Journ. Gasbel*, 1891, p. 268, et 1892 p. 514).

L'éclairage « par le plafond » a été maintes fois mis en pratique : lampes à arc de Jaspar, exposition d'électricité, Paris, 1881 ; Ecole d'apprentis de la Ville de Berlin ; Ecole de Saint-Cyr. Tout récemment aux lycées d'Aix-en-Provence, d'Alais, etc. ; Ecoles de Magdebourg, etc.

Toutefois, l'emploi de réflecteurs opaques, tels que M. Elster lui-même les installait au début (lames de carton recouvertes de clin-

quant), ne va pas sans une forte perte de lumière, et le contraste entre le plafond éclairé et la partie inférieure du réflecteur, laissée dans l'ombre, est d'un fâcheux effet.

Aussi leur préfère-t-on des *réflecteurs translucides*.

Il faut noter que l'axe du « cône-enveloppe » du réflecteur peut être incliné sur l'horizon, notamment pour l'éclairage des galeries de peinture, ou pour l'éclairage latéral dans les écoles.

Il a été fourni à ce jour un millier d'installations avec réflecteurs à lamelles en verre dépoli : filatures et tissages, ateliers de machines, expositions de tableaux et sculpture, et surtout de nombreuses écoles en Allemagne et en Autriche, etc.

L'escalier monumental de l'Hôtel-de-Ville de Berlin aboutit à une salle de 18 m sur 13, haute de 12,5, dont les parois sont couvertes de grandes peintures murales. Le programme imposé à l'architecte ne put être réalisé avec des arcs de 6 A et des réflecteurs ordinaires : il s'agissait « d'assurer un éclairage uniforme, de telle sorte que, le soir, on ne pût voir d'où venaient les rayons lumineux, et que, de jour, on n'aperçût pas les appareils ». Depuis l'installation des réflecteurs à lamelles, l'administration municipale, dans son rapport annuel, constate que « le programme du début a été réalisé, l'éclairage étant aujourd'hui parfaitement uniforme ».

Dans l'exemple dont nous parlons, l'éclairage est produit par des lampes à arc ; mais, dans un grand nombre de cas, le réflecteur à lamelles est combiné *avec le gaz*.

Trois modes d'application ont été réalisés avec le gaz :

(*a*) Lampe de travail pour bureaux, dessinateurs, au bec Argand ou à incandescence ; ici la disposition des lamelles, inclinées, produit une ventilation énergique autour du brûleur, fort appréciée. Coût du réflecteur, c'est le modèle le plus petit : fr 17,50, fig. 25.

(*b*) Lampe intensive à récupération ; la lampe dite « inversée » de Siemens, à flamme nettement blanche, à globe en verre spécial, a donné les meilleurs résultats.

(*c*) Enfin le bec Auer.

Un appareil Elster à 5 becs à incandescence suffit pour éclairer uniformément une surface de 25 m carrés, fig. 26.

Les *lustres et appareillages d'ornementation* figuraient dans le bâtiment des arts industriels. La mode est au fer forgé, combiné avec le cuivre rouge, les verres de couleur et cristaux — nous les mentionnons pour mémoire.

La maison *Kersten* construit des *lustres démontables;* les

bras se fixent par deux tenons sur la tige centrale, à la façon d'un gouvernail de canot. Chaque bras peut être utilisé isolément. C'est un article... d'exportation.

25. — Appareillage de distribution. — Citons quelques particularités :

1° *La tuyauterie en fer et en fonte malléable* est très employée en Allemagne.

Pour les branchements et colonnes montantes les tuyaux en fer, galvanisés, ou laqués en noir, présentent des avantages incontestables lorsque les matériaux sont de bonne qualité.

En ce qui concerne la tuyauterie intérieure, il existe une quantité de raccords, venus d'une seule pièce à 2 ou 3 tubulures. Lancés par la grande fonderie de fer et d'acier de G. Fischer à Schaffouse, d'où leur est venu le surnom de « raccords suisses », ils se vendent également à Paris.

2° Les *tuyaux Mannesmann*, sans soudure, en fer roulé au laminoir, se font pour gaz, de 2 à 6″ de diamètre soit de 55 à 165 mm. Ces tuyaux, fabriqués par l'usine Mannesmann de Remscheid, figuraient à l'exposition de la métallurgie ainsi que :

Les tuyaux de branchement Mannesmann, 40 à 68 mm de diamètre, 8 m de longueur, garantis inoxydables et en même temps, grâce à leur élasticité, incassables.

26. — Chauffage domestique par le gaz. — Le chauffage au gaz est fort usité en Allemagne dans les locaux à chauffage intermittent à cause du bas prix du gaz et en raison — il faut bien e dire — de la perfection des appareils. Les constructeurs

sont enfin parvenus à concilier l'économie en combustible — c'est-à-dire le bon rendement organique de l'appareil, atteignant et dépassant aujourd'hui 90 0/0 — avec les nécessités d'un climat froid et les exigences de l'hygiène et du confort. Cela est tellement vrai que tel poêle, entré dans la pratique là seulement où le gaz se vendait 18 ou 20 c le m c est utilisé aujourd'hui un peu partout.

Les appareils allemands sont en général volumineux : on était habitué aux gros poêles en faïence, à catelles ; le volume donné encore aujourd'hui a la partie supérieure des poêles à gaz permet de ménager une circulation plus complète des gaz brûlés. L'ornementation est obtenue soit par le relief, accentué et fouillé, des parois et chapiteau en fonte, soit par des applications de faïence ou d'émaux colorés dont nous avons vu quelques beaux spécimens.

Les foyers à boules de terre et d'amiante étant considérés comme dispendieux — il convient toutefois de rappeler qu'on les a récemment perfectionnés, notamment en Angleterre — on leur préfère en général les poêles à réflecteur.

Parmi les spécialistes exposant à Berlin figure *Fr. Siemens de Dresde* (1). Son poêle à gaz se composait dès le début, en 1885, d'un réflecteur en cuivre poli combiné avec un récupérateur de chaleur ; les derniers modèles, 1895 et 1897, réalisent divers perfectionnements, on s'en rendra compte à l'inspection de la figure 27 pl. III.

La rampe, percée de 2 rangées de trous superposées, est surmontée d'une tôle émaillée augmentant l'effet du réflecteur inférieur. L'appareil étant enfermé entre 2 parois verticales, l'air primaire et l'air secondaire pénètrent ensemble sous les récupérateurs H. L'air primaire, montant dans les 2 gaînes qui séparent le réflecteur du récupérateur, absorbe environ

(1) Représentant à Paris, maison Rudolph, 66, rue du Théâtre-Grenelle

70 0/0 de la chaleur des gaz brûlés, et acquiert une certaine vitesse ; la nappe lumineuse, brûlant entre deux lames d'air, reste bien horizontale, disposition analogue à celle des brûleurs des fours Siemens à acier, et qui tend à assurer une combustion complète et sans odeur.

Le constructeur a disposé près de la rampe une sorte de grillage, traversé par l'air chaud et destiné à augmenter la récupération... A vrai dire nous ne croyons pas que la quantité de chaleur rayonnée par la flamme *seule*, même avec récupération, soit très importante : le rayonnement des parties solides, notamment de la surface continue de tôle émaillée, placée directement au-dessus de la flamme, doit être beaucoup plus important que celui des jets gazeux en ignition. Cette question, ainsi que d'autres qui l'accompagnent, est encore peu connue ; le chauffage au gaz doit être mis à l'ordre du jour de nos études, comme il l'est actuellement à l'étranger (1).

Une condition essentielle du chauffage au gaz est celle d'un tirage suffisant : il faut que les gaz brûlés soient complètement évacués par la cheminée.

Avec de bons appareils, et une disposition judicieuse des gaînes, il suffit — une fois le tirage *établi* — de laisser dans les gaz brûlés 300 à 500 calories par m c brûlé ; le rendement s'élève alors, d'après les derniers essais cités tout à l'heure, à 80 et 90, même 95 0/0. Cette condition constitue la limite pratique de la récupération, dont l'effet doit être simplement, en somme, de placer la flamme dans de l'air chaud.

Encore faut-il *établir le tirage* dès le début, le rétablir en cas d'interruption par un coup de vent par exemple. Pour les foyers à boule d'amiante, où le chauffage des corps incandes-

(1) Essais du professeur Hering, *Journal des Usines à gaz* du 20 mars 1897 ; essais du professeur Meidinger, qui mesure le rayonnement en disposant devant les réflecteurs des écrans à double paroi parcourus par un courant d'eau, *Journal Gasbel.* mars 1897.

cents refroidit la flamme au début, on a récemment proposé en Angleterre un brûleur spécial, placé à l'origine de la buse de tirage, destiné à assurer le départ des gaz brûlés.

Ailleurs on emploie un registre spécial de tirage, à refermer après l'allumage.

Dans le poêle Siemens actuel un dispositif plus simple tend au même résultat : au-dessus de la flamme est ménagé un passage direct, par où le tirage peut s'établir dès le début. La précaution est importante, elle prouve combien, de l'aveu même du constructeur, il faut éviter de nuire au tirage en voulant trop récupérer. En d'autres termes l'application, au chauffage domestique par le gaz, de la récupération n'a peut-être pas toute l'importance qu'on a bien voulu lui attribuer.

La forme de chaleur rayonnée par l'appareil en même temps que les reflets de la flamme (dite chaleur lumineuse) est la plus gaie à l'œil, la plus hygiénique puisqu'elle tend à conserver « un air frais dans des parois chaudes », suivant la formule du chauffage moderne (E. Trélat) ; c'est le « bracing air » des Anglais, par opposition au « relaxing air » du barbare chauffage à l'air chaud, à l'air surchauffé. Le fait est que la flamme brûle avec une blancheur éblouissante ; nous avons observé qu'avec cet appareil il est particulièrement facile et agréable de se chauffer les pieds, ressource qui fait défaut à beaucoup d'autres modèles.

D'après Meidinger, les réflecteurs Siemens, Schæffer-Walcker, et analogues transmettent par rayonnement vers le plancher environ 700 calories par m c brûlé, soit 1/7 ou 14 0/0 de la chaleur totale, au maximum 20 0/0. Le reste est utilisé, sauf les 10 0/0 emportés par le tirage, par convection (rayonnement dit obscur) ou par chauffage de l'air.

Un accessoire intéressant est le *robinet de sûreté*, à veilleuse d'allumage, disposé pour être manœuvré toujours dans le même sens (sens des aiguilles d'une montre), grâce à un en-

clanchement à ressort glissant sur plan incliné. La fig. 28 en montre les positions successives : N° 1 extinction ; N° 2 on allume la veilleuse; N° 3 la lampe s'allume, la veilleuse s'éteint, la flamme se règle alors avec le robinet lui-même ; enfin, si l'on continue à tourner dans le même sens, la flamme est réduite au minimum pour s'éteindre lorsqu'on revient à la position 1.

Pour éviter le gaspillage du gaz, la maison Siemens propose le *régulateur de température*, dû à O. Bœhm de Stuttgart, fig. 29, appareil dont l'emploi a prévalu sur celui du régulateur à liquide dilatable. Semblable à un baromètre anéroïde, le régulateur se raccorde à la conduite de gaz par deux tubulures. Une spirale composée de 2 lames métalliques (dilatation différentielle), fixée au centre sur un axe carré réglable à la main, commande une soupape à gaz V; un orifice de bypass, commandé par une vis de réglage S, U, laisse passer le minimum de gaz nécessaire pour éviter une extinction. La boîte se place à 40 cm du plancher, hors du rayonnement direct du foyer; on la suspend en général par une chaînette, afin que l'axe de la soupape reste bien vertical.

Il n'existe pas de combustible aussi facile à régler, à doser, que le gaz; cette précieuse propriété était utilisée dans les laboratoires, les couveuses... la voilà transportée dans le chauffage domestique. Aussi le régulateur à spirale est-il fort usité en Allemagne, malgré son prix (fr 28 en Allemagne, fr 35 pris à Paris pour le diamètre de 12 à 15 mm). Nous le retrouverons tout à l'heure à propos du chauffage des écoles : il assure une chaleur constante avec un minimum de combustible, et sans qu'on ait à s'occuper du foyer. Il convient mieux aux flammes blanches.

Un *réglage pratique de la température*, limitant strictement la consommation du gaz suivant les besoins, présente de tels avantages que nous avons tenu à essayer le régulateur à spi-

rale. Nous reproduisons, pl. VIII, les diagrammes de trois essais faits par le Laboratoire de la Faculté des sciences de Lyon, c'est-à-dire avec les plus grandes garanties d'exactitude. Le thermomètre enregistreur était sensible au 1/10 de degré. La contre-épreuve graphique du même chauffage opéré sans régulateur est probante ; les résultats indiqués se passent de commentaire.

Le succès du chauffage domestique au gaz à l'étranger est bien de nature à encourager nos constructeurs. On cite un grand journal de Buda-Pesth dont l'immeuble est chauffé par 230 poêles Siemens; les ateliers de câbles électriques de Felten et Guilleaume, à Cologne, en comptent 65; de nombreux théâtres, hôtels, etc., l'ont adopté.

Avec 500 l à l'heure, l'appareil échauffe un local de 85 m c environ.

Le poêle en tôle du modèle le plus simple, haut de 310 mm, de profondeur égale, large de 445, pèse 16 kg et coûte fr 53 à Dresde ou Berlin, fr 75 à Paris avec robinet ; une fois atteinte la température normale, il consomme 300 l à l'heure sous 20 mm de pression pour échauffer de 20° un cube de 60 m c ou de 12°,5 une capacité de 90 m c. On donnera 12 mm à la conduite de gaz, 70 mm au tuyau d'échappement.

Le *poêle mobile au gaz*, de la même maison, sans tirage (vestibules, etc.) a pour foyer la lampe Siemens, genre Wenham, du type dit « inversé »; 320 l à l'heure échauffent de 12°,5 une capacité de 60 m c.

Enfin la même maison construit pour le chauffage des écoles un type se rapprochant du poêle de Carlsruhe, que nous verrons plus loin.

Dans le *calorifère à chicanes*, des *Ateliers de Dessau*, fig. 30, pl. III, le chauffage se produit à la fois par convection et par l'air chaud.

Une heureuse application de ce type a été faite au poêle po

réfectoire d'ouvriers, fig. 30 *bis* ; la plaque supérieure est disposée pour tenir au chaud les soupières, cafetières, etc.

Nous croyons que le dernier mot n'a pas été dit en matière de poêles à gaz à réflecteur ; il y aurait lieu, par exemple, d'appliquer à la circulation des gaz brûlés le « canal étroit » décrit plus loin à propos du poêle scolaire au gaz.

27. — Chauffage d'une école au gaz. — Est-ce le bas prix du gaz, est-ce aussi le résultat d'une étude approfondie, d'une entente entre les constructeurs et architectes, le fait est que nos voisins chauffent de nombreuses écoles au gaz.

Le *poêle à gaz* le plus répandu dans les écoles est le type dit *de Carlsruhe* ; le maire et le directeur du gaz de cette ville, M. Reichardt, obligés de renoncer aux grands calorifères (chauffage central), ont étudié et perfectionné ce poêle, d'accord avec le professeur Meidinger (spécialiste en matière de chauffage, auteur du poêle à coke Meidinger, très répandu dans l'Allemagne du Sud) ; l'appareil est en usage aujourd'hui dans toutes les écoles de Carlsruhe, dans divers établissements publics (conservatoire, hôpital 14 salles de malades, etc.), et de nombreuses maisons particulières ; il en existe plus de 400 dans cette ville. Appliqué aussi dans la grande école Uhland à Francfort-sur-Mein (55 appareils), ainsi que l'a décrit l'architecte Behnke dans sa brochure « Chauffage des écoles au gaz » (Darmstadt 1894), et dans diverses autres villes, comptant aujourd'hui environ 1.400 exemplaires installés, le poêle de Carlsruhe mérite une mention spéciale (fig 31, pl. III) (1).

Nous le prenons ici comme type de ce qui se fait en Allemagne dans le genre.

(1) V. aussi *Journal Gasbel.* 1896, p. 570 ; le constructeur est l'Usine de Warstein en Westphalie.

Le gaz brûle au blanc : la flamme est visible, plus facile à régler, à diminuer, sans risquer de battre en arrière. Chaque bec (type Manchester) est de 100 litres.

Le modèle Kb, par exemple, mesure : hauteur m 1,63 ; diamètre du tronc, 0,36 ; il pèse 124 kg et consomme au maximum, à 20 mm, 1, 2 m c de gaz (à 5.500 calories). « Par circulation », il chauffe un cube de 160 m c; « par ventilation », l'air de la pièce étant renouvelé deux fois par heure, il chauffe un local de 100 m c ; il en faut deux, par exemple, dans une classe de 200 m c environ. On suppose dans les deux cas un écart maximum de température de 40°. Le tuyau d'arrivée de gaz doit mesurer 12 mm de diamètre, le tuyau des gaz brûlés 60 mm, dans l'exemple que nous avons choisi.

Voici comment, après huit années d'expériences, le constructeur justifie la forme du type actuel, fig. 31. Les premiers essais datent de l'automne 1887, « Ecole populaire » Carlsruhe.

La flamme de gaz, en couronne, brûle *loin de toute surface* métallique ; les gaz brûlés sont conduits par un canal annulaire étroit, vertical (dispositif résultant des expériences de Meidinger), qui se rétrécit de 15 mm en bas à 4 mm en haut. La buse de tirage en tôle, plombée ou mieux zinguée à l'intérieur, aboutit avec une pente de 1 : 15 (ménagée en vue des condensations), dans une cheminée, établie de préférence en *poteries vernissées, à emboîtements* s'ouvrant vers le haut, prise dans le mur et prolongée par un tuyau de cheminée au-dessus du toit.

Le cylindre extérieur du poêle constitue une chambre pour l'air chaud qui s'échappe horizontalement dans la pièce, après avoir contourné en spirale un vase plein d'eau avec tube de niveau, destiné à maintenir le degré hygrométrique convenable.

Le vide central, cloisonné de quatre tôles en croix qui aug-

mentent la surface de chauffe et tendent à régulariser la température, est parcouru par l'air de la pièce (chauffage par circulation), ou par l'air froid de l'extérieur, pris en général dans la cave (chauffage par ventilation) fig. 35.

Pour le dire en passant, l'adduction de l'air extérieur, déjà réalisée ailleurs, — poêle à gaz du docteur Potain, etc. — est un excellent dispositif, dont l'écrivain s'est bien trouvé dans sa maison, et qui devrait être appliqué à tous les chauffages; il faut éviter seulement que cet air soit chauffé à plus de 100 ou 120°, sous peine d'en altérer la pureté par la distillation, la carbonisation des poussières organiques qu'il tient en suspension; d'après les expériences de Von Fodor, la température critique est de 150°, c'est un maximum.

La flamme, visible à travers des micas, occupe un espace très restreint, ce qui écarte tout risque d'explosion. Du reste *l'allumage* est commandé par un dispositif *de sûreté*, à enclanchement, fig. 32.

Chaque poêle est muni du *régulateur automatique de température*, à spirale, décrit plus haut.

Les surfaces métalliques en contact avec les gaz brûlés sont toutes zinguées.

Depuis 1894, aucune réparation n'a été nécessaire dans l'installation de l'école « Uhland » ; les poches de condensation, prévues au bas des cheminées, ont été inutiles, la vapeur d'eau restant à une température suffisante pour s'échapper avec CO^2. On a observé dans cette même école (rapport de Staudt) une consommation de 2,73 m c de gaz par an et par m c de capacité des classes, un chauffage régulier (dans l'une des classes 8 thermomètres placés à la hauteur de la tête étaient à la même température), et une ventilation de 2 1/2 à 3 fois par heure.

Les rapports favorables du directeur du gaz d'Augsbourg (M. Horn) et du professeur Arches qui a relevé, dans les écoles

de Trieste chauffées avec cet appareil, une teneur de 0,57 0/00 en CO^2 dans une classe habitée, de 0,39 0/00 dans une classe vide (soit moins qu'avec le chauffage au bois), ne peuvent qu'être mentionnés ici ; il serait facile à nos collègues d'en savoir davantage. Voir aussi les essais de Bunte 1891, et de l'usine à gaz de Cologne 1893 sur 18 poêles de 6 constructeurs (*J^al^ Gas-bel.* 1892, page 80 ; 1893, page 596).

Dans plusieurs villes où les prescriptions détaillées du constructeur ont été négligées, la consommation du gaz a été plus élevée.

Voici par exemple comment il figure le tuyau de tirage, légèrement incliné vers la cheminée, direct si le poêle est voisin des murs ; avec poche de condensation, s'il en est éloigné, fig. 33 et 34.

Il faut régler les appareils au début, de façon à ce que le gaz brûlé s'échappe à 80 ou 100 degrés, sans aucun dégagement de suie, en s'aidant d'un thermomètre et en intercalant au besoin un clapet, à fixer une fois pour toutes aussitôt le réglage terminé.

Dans sa brochure M. Behnke résume les inconvénients ou difficultés du chauffage au gaz, avec les moyens d'y remédier :

1° *Condensation d'eau* : environ 1 l par m c (tuyaux vernissés, échappement à 80-100 degrés ; inclinaison des buses de tirage, etc.) ;

2° *Rouille* : employer des tôles zinguées ;

3° *Explosion* : le « canal étroit » de Meidinger empêche toute explosion en cas de fuite avant allumage ;

4° *Odeur du gaz pendant la combustion* : le gaz brûle au blanc, il ne faut pas surchauffer les tôles ; construire les cheminées avec soin et *d'un diamètre suffisant*, la section n'étant jamais inférieure à la somme des sections des buses, quatre à six poêles aboutissant à une même gaîne ;

5° *Fuites de gaz* : tuyaux toujours apparents et accessibles, surveillés, robinets graissés ;

6° *Température* des tôles, surfaces de chauffe, pas plus de 130 degrés;

7° *La ventilation dépend du chauffage* : cet inconvénient, inévitable, est peu gênant en pratique ;

8° *Dépense.* — La dépense en gaz est la principale difficulté. Il faut observer toutefois, sans parler des conditions qui permettent un bas prix du gaz, brûlé *de jour* dans un établissement *public,* que le système assure de notables *économies de premier établissement et d'entretien.*

Le chauffage à l'eau chaude à moyenne pression de l'Ecole Uhland eût coûté fr 31.200 d'établissement, fr 2.500 de combustible, fr 800 de chauffeur, etc. (1), et fr 500 d'entretien ; le chauffage au gaz coûte fr 4.442,50 à 12,5 centimes le m c, fr 250 d'entretien et fr 17.500 d'installation, y compris les régulateurs, etc. Tout compte fait, avec 3 1/2 0/0 d'intérêt, 4 0/0 d'amortissement pour les appareils (le chiffre de 4 0/0 est faible) et 1 1/2 0/0 pour les gaînes, les deux chauffages reviennent au même prix annuel, fr 5.875 environ. Le résultat serait le même avec la vapeur à basse pression.

Le poêle de Carlsruhe du type usuel, décrit ci-dessus, coûte fr 168 en noir dit graphité ; fr 200, en émaillé ou couleur.

Le constructeur établit aussi un modèle carré, ou garniture de cheminée, basé sur les mêmes principes; l'air pur est chauffé dans des gaînes métalliques laissant entre elles d'étroits passages, allant en s'amincissant de bas en haut, par où circulent les gaz brûlés.

Les résultats constatés en Allemagne peuvent-ils être obtenus chez nous ?

(1) Moyenne de sept années à Carlsruhe : 182,3 jours de chauffage des écoles par an, et environ + 5 degrés de température extérieure. Le gaz peut être éteint pendant les heures de récréation.

Il n'y a pas d'objection au point de vue *hygiénique* (*Journal des Usines à gaz*, 20 nov. 1896, p. 347), soit que le chauffage ait lieu par convection et même par circulation d'air chaud — poêle de Carlsruhe — soit qu'on donne plus d'importance au rayonnement de la flamme, poêle à réflecteur. La pratique paraît avoir assuré la préférence au premier type. Quoi qu'il en soit, l'important serait, à nos yeux, à côté du poêle à gaz, l'installation distincte, dans la même salle, *d'un afflux d'air pur et frais* (1). De toute façon, nous aurons besoin de l'architecte pour appliquer le chauffage au gaz aux établissements publics.

La grande difficulté est celle du *prix du gaz*. L'Ecole Uhland, à Francfort, paie le sien c 12,5; d'autres écoles, au delà de c 17,5 préfèrent s'en tenir au coke ou au charbon. Ce dernier prix peut être dépassé en France, où le combustible solide est aussi généralement plus cher. D'ailleurs il s'agit d'un chauffage intermittent, pratiqué *dans la journée seulement* et par des établissements d'usage *public*, ce sont conditions qui justifient des prix spéciaux.

Hygiénique, quand il est bien installé et conduit, simple et d'un *réglage* facile, peu coûteux d'installation même dans les bâtiments existants, le chauffage au gaz saura lutter, dans certains cas tout au moins, contre les autres systèmes.

28. — Chauffage au gaz dans les églises. — Les mêmes motifs justifient mieux encore le chauffage des églises par le gaz :

(1) Parmi les modes simples d'amener de l'air frais, nous indiquerons en passant deux des plus récents : le *puits d'air*, appliqué avec succès dans plusieurs hôtels particuliers par M. Augustin Rey, architecte diplômé du gouvernement, à Paris ; et la *fenêtre de ventilation*, du Dr Castaing, médecin-major à la Rochelle, dispositif économique, efficace, employé dans un certain nombre de casernes.

il s'agit d'élever la température de quelques degrés seulement, soit par exemple à + 5° lorsque l'air l'extérieur est à — 5°. La chaleur doit être produite rapidement, et de temps en temps seulement. Enfin le chauffage au gaz se prête aux formes architecturales convenables, et sur dessins spéciaux, sans la complication des longs tuyaux des calorifères souterrains, ou des installations à eau chaude.

Cette application du gaz est peu usitée encore en France (église anglaise du boulevard Bineau, à Paris), elle mérite d'être étudiée de plus près.

On objectera que le gaz ferait ici concurrence au *coke* ou au *poussier*, souvent employé avec le *calorifère à étages du type Perret* ; mais il faut noter que tous deux trouveront de plus en plus des débouchés dans l'industrie. Le coke sera de plus en plus apprécié par les industriels, auxquels on finira d'ailleurs par interdire, dans les villes tout au moins, d'enfumer leurs voisins avec les foyers au charbon : la fumée noire des usines constitue une « nuisance » pour le voisinage, qu'elle prive de soleil, de lumière, biens infiniment précieux.

Quant au poussier, on est parvenu à le brûler dans d'excellentes conditions, soit dans les fours d'usines à gaz et autres, soit dans les foyers de chaudières à vapeur (1).

Le fait est que de nombreuses églises d'Allemagne sont chauffées au gaz ; nous en avons remarqué deux, entre autres.

Dans l'une sont installés plusieurs poêles Schæffer et Wal-

(1) La grille Kudlicz, par exemple, brûle le poussier fin de coke sans mélange, avec soufflerie de vapeur. Nous avons sous les yeux les résultats d'essais faits dans une usine à gaz, le 12 août 1896, par l'ingénieur de l'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur. Pendant sept heures, 825,2 kg de pousssier, équivalents à 586,2 kg de poids net sec, ont vaporisé 2073 kg d'eau réduite à 0°, à raison de 19,4 kg par m q de grille et par heure; le seul inconvénient observé étant l'obligation de décrasser environ deux fois par heure.

L'essai comparatif étant fait avec une chaudière identique munie

cker (Berlin, Lindenstrasse, 18), alimentés par 6 brûleurs Bunsen à lame d'air centrale. Long de 1 m, large de 0,30, chaque appareil produit 12.000 calories (gaz à 5.500 calories), et coûte 120 fr.

On calcule, par 100 m c de capacité à chauffer, 2.000 à 5.000 calories pour écarts de température de 12° à 20°. Il n'existe pas de tirage.

La simplicité de l'installation et de mise en feu par les soins du sacristain, le chauffage efficace, pour peu qu'on ait soin de le mettre en marche en temps utile, avant que les murs de l'édifice aient cédé à l'air extérieur une trop grande proportion de leur calorique, compensent le prix du combustible : ici le gaz est payé 25 c .

Ailleurs nous avons vu 7 poêles Siemens n°s 12 et 13 ; haut de m 1,63, large de m 1,16, profond de 0,62, l'appareil consomme 2,9 m c de gaz à l'heure au début, 1 m c ensuite. Le tuyau d'arrivée de gaz mesure 20 mm. Le poêle n° 12 élève de 12°,5 la température d'un cube de 600 m c et coûte fr 325 environ. Le n° 13, un peu plus fort, consomme 2 m c une fois atteinte la température de régime. Là aussi, le gaz de chauffage était payé 25 c.

En pareil cas, nous croyons préférable d'employer des appareils volumineux, c'est-à-dire utilisant mieux les gaz brûlés, un peu plus chers de premier établissement, mais *plus économiques en combustible.*

d'une grille ordinaire à soufflerie de vapeur, et chauffée avec un mélange soit de poussier avec du charbon maigre, soit de poussier avec du grésillon de coke, on a constaté, comme coût en combustible d'une tonne de vapeur, les chiffres suivants :

	Poussier à fr 4 par tonne	Charbon maigre à fr 11,60	Grésillon à fr 15	Coût de la T de vapeur
Grille à soufflerie.	33, 3 0/0	66, 6 0/0	0	fr 4,24
—	37, 5 0/0	0	62, 5 0/0	fr 2.80
Grille Kudlicz.....	100 0/0	0	0	fr 1,55

Plusieurs de nos constructeurs sont entrés dans cette voie, ils méritent d'être encouragés.

29. — Cuisine au gaz. — La cuisine allemande diffère peu de la nôtre, autant que nous en avons pu juger; on y pratique beaucoup la cuisson au four.

De là ces boîtes à couvercle et charnières, sortes de fours démontables que l'on retrouve chez la plupart des constructeurs d'outre-Rhin.

Une autre observation à faire, ainsi que nous l'avons déjà vu à propos du chauffage, est que l'emploi du gaz pour la cuisine est fort répandu, en raison du bas prix du gaz pour cet usage (Heizgas), et du soin apporté à la construction des fourneaux.

Nous avons remarqué peu de formes d'appareils importées d'Angleterre en Allemagne ; on observera plutôt le contraire.

Les appareils de *F. Siemens* (Dresde) se distinguent par leur légèreté ; les supports sont réduits au minimum, conformément à ce principe, mis en lumière par Fletcher, que le voisinage d'un épais cadre en métal refroidit inutilement la flamme.

De plus, la buse d'injection des brûleurs est construite avec le plus grand soin ; un large espace est laissé entre la buse et la naissance du tube mélangeur.

Nous reproduisons, fig. 36 et 37, pl. IV, le fourneau de F. Siemens, avec l'injecteur, en coupe et élévation ; fig. 38 et 39 un ensemble de cuisine au gaz du même constructeur. Des brûleurs ronds ou allongés peuvent se substituer l'un à l'autre sous le même support. Les brûleurs ronds sont souvent montés à genouillère : un fourneau à deux plaques peut être ainsi alimenté par un seul brûleur qu'on déplacera, de l'une à l'autre, plus facilement qu'une casserole pleine. La pratique

seule renseignera sur la valeur de ces nouveaux dispositifs.

La maison *Schulz et Sackur* (Berlin), a adopté le *brûleur Wobbe*, bien connu, caractérisé par le réglage du Bunsen à l'orifice de sortie et par une flamme à rayon bleu-verdâtre, c'est-à-dire d'une bonne combustion, d'une combustion *optima*. Le chauffage est économique en gaz, quoique un peu plus lent.

L'injecteur est entouré de larges aspirations d'air, fig. 40 ; on sait que la fente du brûleur Woble est réglée par des vis commandant la plaque supérieure ; dans le brûleur circulaire une vis à oreilles permet de retirer cette plaque, fig. 41 ; le tube mélangeur doit mesurer au moins 100 mm de longueur.

Le même principe s'applique aux grands brûleurs à deux lames ou nappes de flammes concentriques, fig. 42 ; aux becs pour chauffe-bains, fig. 43, etc.

Schæffer et Walcker (Berlin) accusent cette tendance à retenir le plus longtemps possible les gaz brûlés, que nous avons constatée dans les poêles au gaz ; par exemple, dans une casserole à double couvercle, où le couvercle intérieur est mobile grâce à une tubulure emboîtant le tuyau d'échappement et pouvant s'y fixer plus ou moins haut.

Nous avons aussi remarqué dans cette maison le « brûleur tournant » autour de son axe ; le dispositif est suffisamment décrit par la fig. 44, pl. IV.

De la maison *Butzke* (Berlin), nous nous bornons à mentionner le brûleur, à double flamme, de construction très simple et robuste (fig. 45).

Une pratique fort répandue en Allemagne consiste à interposer une *plaque pleine* ou perforée, entre le brûleur et la casserole, lorsqu'on veut cuire à petit feu.

Ces plaques prennent une forme spéciale lorsqu'elles supportent un fer à repasser, ou un petit grilloir à café.

La maison *Junker et Ruh*, de Carlsruhe, construit des brû-

leurs à deux flammes et robinet unique ; suivant la position du robinet le champignon donne une flamme forte ou une flamme à faible consommation, ces flammes agissant ensemble ou isolément. Les *deux flammes* ont la même périphérie extérieure.

Terminons cette rapide revue par deux constructeurs réputés, dont les appareils méritent une description plus complète.

La Compagnie Continentale du Gaz de Dessau, dont nous avons déjà parlé (§ 17), a créé une fabrique de compteurs, de robinetterie et appareils de chauffage et de cuisine — exemple à méditer — pour le service de sa clientèle dans 13 usines. L'*Atelier de Dessau* est devenu l'un des fournisseurs en vogue dans l'Allemagne du Centre et du Sud, il exporte en Autriche, en Danemark, en Russie, etc. Ses appareils de cuisine sont fort estimés.

Il est à remarquer que la clientèle allemande, en général, tient à des appareils soignés, et les paye en conséquence. Nous croyons comprendre que les gaziers allemands ont porté leurs efforts sur la bien-facture des appareils, la bonne utilisation du gaz, plutôt que sur le bon marché des fourneaux, et font l'éducation du public dans ce sens.

A en juger par ce qui se passe en Alsace, où la fabrication allemande — avec des prix plus élevés — se trouve en lutte avec la nôtre, nous croyons que nos constructeurs auront tout intérêt à persévérer dans la voie où ils sont entrés en perfectionnant toujours plus leurs appareils.

Afin d'illustrer ces observations, et de montrer une fois de plus la richesse, l'ampleur des applications de la cuisine au gaz, nous faisons figurer ci-après, planche V, une série d'appareils « de Dessau » (1) (voir aussi planche VIII).

(1) On y remarquera un modèle ayant quelque analogie avec la nouvelle cuisinière au gaz de Ch. André et Cie, à double paroi et à four émaillé.

Les vues photographiques en diront plus que de longues descriptions. On observera d'abord les formes générales, dont certains détails seuls rappellent les appareils anglais; puis, les dispositifs de construction : fortes tuyauteries, robinets à béquille et à cadran, fours ouvrants ou à couvercles amovibles, chauffage d'eau distinct, applications d'émail. La batterie de cuisine se compose de vases métalliques émaillés en dedans et en dehors, et de poteries vernissées *sans plomb*, fournies sur demande avec l'appareil.

Dans la construction de Dessau *toutes* les parois métalliques *internes* en contact avec les gaz brûlés sont *émaillées*, et rendues ainsi moins attaquables à l'action destructive de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique à température élevée. La précaution est intéressante, elle tend à réduire les frais d'entretien.

Une idée analogue se retrouve, d'ailleurs, dans les récents modèles anglais, sous la forme de *plaques* de fourneau *émaillées*, ou de panneaux amovibles en porcelaine.

Le *brûleur de Dessau* présente à l'extérieur une couronne de petites flammes, préférées à une nappe unique; voir fig. 48, pl. VI, la coupe du brûleur; la flamme intérieure jaillit plus bas que l'autre, laissant au centre un peu plus d'espace pour la chambre de combustion.

Augmenter l'espace réservé à la chambre de combustion est, neuf fois sur dix, un excellent dispositif, aussi bien avec le gaz qu'avec le charbon (par exemple le foyer d'Allest dans nos chaudières marines) et le coke.

Une nappe, composée de petites flammes, procure une meilleure fumivorité et permet aussi de régler le chauffage en fermant aux trois quarts le robinet. On sait que les flammes doivent être fixes, d'un bleu violet, avec noyau verdâtre.

Le petit fourneau de cuisine se démonte facilement, le brûleur s'ouvre en deux moitiés suivant le plan horizontal, fig. 46.

Nous retrouvons le fourneau à plaques pleines, fig. 47, nous avons déjà vu ce dispositif; il faut croire que la clientèle s'en trouve bien.

L'*anneau réversible* de Dessau est reproduit fig. 48: le n° 1 représente l'anneau plat ordinaire, qui rejette la flamme sous la plaque du fourneau, donne lieu à un excès de gaz brûlé, à une mauvaise odeur, etc. Les fig. 2 et 3 représentent le dispositif nouveau, anneau ajouré, à profil coudé, permettant à la flamme de s'échapper autour de la casserole à chauffer: dans le sens vertical, si elle est d'un petit diamètre, dans le sens horizontal lorsqu'elle est d'un grand calibre.

Comme types d'appareils courants pour cuisine au gaz, voici encore trois modèles fort usités.

Le « Magdebourg » haut de 120 mm, mesurant 400×250, est léger; la boîte de la rôtissoire (Brathaube), en tôle noircie, se rabat sur charnière ou s'enlève à volonté ; une tôle ondulée, disposée sous la panne, évite un chauffage trop direct, fig. 49. Les brûleurs sont de 360 l. Poids 27 kg. Coût, émaillé et complet, fr 55. La bouillotte à fond cannelé ou bosselé nous semble être une importation anglaise.

Le « Halle » est plus voisin de nos modèles; une rôtissoire grillade à flamme blanche (550 l) est ménagée entre les pieds du fourneau, élevé de 470 mm au total.

Le « Berlin », 38 kg, fr 110, porte 4 brûleurs ronds de 320 l l'un, de 220 mm de diamètre. Suffisant pour 10 personnes, le modèle n° 2, fig. 50, nécessite à lui seul un compteur de 5 becs, avec tuyau de gaz de 12 mm. Pour un ménage de 6 à 8 personnes la consommation doit être de 30 à 45 mètres par mois.

On remarquera que ces fourneaux sont dépourvus de réservoir à eau chaude. Le constructeur propose, comme plus économique, de chauffer vivement l'eau, au moment voulu et à la température convenable, dans un appareil distinct (pl. VIII).

Les robinets, à l'exception du robinet d'arrêt placé sur la plomberie fixe, sont munis d'un cadran émaillé, indiquant « petit feu » et « grand feu ».

Les grandes cuisinières au gaz de Dessau sont souvent munies d'une rampe avec réflecteur pour le chauffage même du local.

Le *bec Bunsen* de Dessau, fig. 51, est muni d'une toile métallique dans le renflement supérieur.

La plus belle exposition de cuisine au Pavillon du Gaz est celle de *Gœhde* de Berlin (1). Occupé exclusivement de cuisine au gaz, ce constructeur passe pour l'un des meilleurs de la spécialité. Nous croyons devoir donner quelques détails sur ses appareils ; chacun appréciera.

Ses magasins de ville mettent en vente des cuisinières au gaz de toutes formes et de tout calibre ; il en est de très grandes dimensions, et coûtant à proportion : on comprend, à les voir, le bel avenir auquel la cuisine au gaz, sous ces formes ou sous d'autres mieux appropriées au goût de notre clientèle, est appelée en France.

Il faudrait être un cordon bleu, un maître-queux émérite, pour goûter les conseils dont M. Gœhde accompagne la description de ses appareils. En quelques lignes sobrement rédigées, à propos de la rôtissoire, de la grillade, plus loin de la marmite norvégienne, son album contient les règles essentielles de la cuisine au gaz. Il vaudrait la peine, quelque jour, de comparer ces indications rapides avec les leçons de nos maîtres ès arts gastronomiques.

Le brûleur réunit les qualités requises ; le modèle de 350 l haut de 70 mm, mesurant 55 mm de diamètre au champignon,

(1) La maison Gœhde (Leipziger Platz) a disparu aujourd'hui, ayant cédé son fonds à la Cie Impériale Continentale du Gaz, qui éclaire une partie de Berlin.

coûte fr 2,50 en noir « asphalté », fr 2,80 en noir « brillant ». Larges entrées d'air à l'injecteur, fig. 52, pl. VII.

On le surmonte parfois d'une plaque pleine pour le chauffage à petit feu; c'est décidément un usage établi. Le fourneau de 180 l, fig. 53, coûte fr 3,75, le robinet avec son cadran émaillé, fr 2,50.

La plaque fixée à une chaînette, est utile dans le *brûleur-console*, pour chauffer de nuit la boisson d'un enfant, d'un malade, fr 10,50, fig. 54.

Le *gros brûleur concentrique* de m c 4,3 à l'heure, fig. 55, coûte fr 10, ou fr 26 avec ses accessoires, robinets de sûreté et allumeur; il nécessite un compteur de 20 becs, une conduite de 18 mm.

Dans le *fourneau à trois feux* fig. 56, les petits brûleurs 250 l peuvent être réduits à 50 l., celui de 350 à 60, sans que la flamme saute en arrière, à l'injecteur. Le modèle courant, 780 × 300 mm, exige une tuyauterie de 10 mm de diamètre intérieur; il coûte fr 25 graphité et fr 27 asphalté.

On remarquera le soin avec lequel les constructeurs indiquent le diamètre des plomberies nécessaires, en supposant 20 mm de pression.

Un fourneau à trois feux, avec un feu à repasser et un four, le tout ensemble peut se placer sur un *bâti en tôle ondulée* et constituer un meuble complet. Le bâti, peint en gris d'argent à l'extérieur, est de la même construction que celui de la fig. 60. Le fourneau est muni d'une tubulure coiffée d'une rallonge de 1 m ou raccordée à la gaîne de cheminée de façon à assurer le tirage.

La *casserole-grillade* sans fond s'emploie avec ou sans poêle à frire, fig. 57, et sur un trépied, ou directement sur le fourneau, fig. 57 bis. Dans les deux cas une pince plate est préférable à la fourchette, afin de ne pas entamer la surface extérieure de la viande, dont l'albumine coagulée par la cha-

leur conserve le jus à l'intérieur. La précaution n'est pas nouvelle... M. Gœhde attribue à ce mode de griller sous couvercle une préparation régulière, rapide; grâce à la combustion parfaite, au courant permanent d'air pur, la viande grillée aurait meilleur goût (1).

Parmi les *marmites à gaz*, rondes ou ovales, du type dit aussi « chaudron universel », citons le n° 6, disposé de façon à cuire deux poissons, de 1,5 à 2 kg l'un avec 600 l de gaz, tôle zinguée, fig. 58; le poisson est serré de façon à rester intact. Long de 570 mm, large de 180, haut de 360, l'appareil complet coûte fr 55.

On voit que les appareils allemands de cuisine au gaz se vendent à des prix suffisants pour rémunérer une construction irréprochable. Voici, du reste, comment ces formes se justifient.

Estimant que très souvent les mets sont cuits à une température trop élevée, le constructeur conseille de chauffer plus lentement, et avec quelques précautions. A cette condition — et aussi avec un prix favorable du gaz — le gaz sera préféré au charbon dans la cuisine bourgeoise, aussi bien pour cuire que pour rôtir. Le couvercle de la marmite à gaz est muni d'un thermomètre et d'une tubulure destinée à recueillir et faire retomber la vapeur dégagée des mets en cuisson. Il faut donc, ajoute M. Gœhde, chauffer d'abord le chaudron à 90°; puis y mettre la viande *à sec*, sur la grille étamée disposée à cet effet, et la laisser le temps nécessaire, — environ 3 heures pour un morceau de bœuf de kg 1, 5, — toujours à 90°, la sauce étant élaborée à part. De même, pour cuire un jambon, ainsi que certains légumes (choux, pois, haricots, carottes,

(1) Le constructeur conseille encore de n'employer que de la graisse de la même viande, avec un peu d'eau, pour arroser le rôti en permanence. La rôtissoire, la poêle à frire et la graisse doivent être, bien entendu, fortement chauffées au préalable, etc.

asperges), et certains fruits, toujours à sec, afin de conserver les éléments solubles et l'arôme naturel.

La marmite norvégienne, dont nous parlerons tout à l'heure, opère la cuisson par un procédé tout semblable, mais elle ne suffit pas dans tous les cas.

Le *chaudron* n° 7, haut de 1 m, mesurant 950 mm de diamètre, fig. 59 (pl. IV), exige un tuyau de 12 mm et un compteur de 10 becs ; avec 1800 l de gaz à l'heure, il permet de cuire à la fois 15 jambons de 6 à 8 kg l'un, avec une perte de poids de 0,25 à 0,50 kg au plus ; la dépense est de fr 1 à fr 1,20 avec du gaz à 20 centimes. Coût : 750 francs.

Le *four à pâtisserie* au gaz n'a pas besoin de description. Pour la curiosité du fait nous reproduisons, fig. 60 (pl. VII), l'appareil installé au « Café des Tilleuls », à Berlin, et fournissant de petits gâteaux cet établissement et deux autres du voisinage. La tâche du pâtissier n'est pas une sinécure, car il est de bon ton de conduire les dames dans les « cafés » de cette catégorie — les familles s'y donnent rendez-vous — et l'on s'y fait servir de petits goûters... substantiels : les climats du Nord ouvrent l'appétit.

Profond de 800 mm, contenant deux fours qui mesurent chacun 500 mm de large en façade, et 400 mm de haut, l'appareil est construit en tôle noircie, avec garnitures nickelées, portes bombées ; tuyau de gaz de 25 mm, compteur de 20 becs. Coût : 750 francs, plus le bâti inférieur 130 francs.

Pour la *lessive*, chaudière semblable au « chaudron universel », couvercle en bois blanc. Même forme encore pour cuire le *bouillon*, dans les grands hôtels, hôpitaux, etc. ; l'enveloppe extérieure est en tôle noircie, chaudière et couvercle en cuivre étamé.

Pour tous ses appareils, M. Gœhde conseille d'établir les tuyaux de tirage en *tôle plombée* ; la cheminée doit être établie en *poteries vernissées*, de préférence aux gaînes maçonnées.

La *marmite norvégienne*, abandonnée en raison de la difficulté à tenir propre la matière isolante, a été remise en honneur par Gœhde sous le nom de *cuiseur automatique* (Selbstkocher).

Dans le corps de l'appareil, composé de deux cylindres concentriques, — dont le plus petit est étamé, — séparés par un garnissage mauvais conducteur de la chaleur, viennent se placer les récipients ou marmites, s'emboîtant les unes dans les autres, avec couvercles à emboîtement, à fermeture hermétique.

Le calibre n° 2 (cuisine pour 3 personnes), avec 1 marmite-soupière de 3 l et 2 autres récipients de 1, 5 l chacun, coûte fr 37,50. Les récipients sont tous émaillés, en blanc à l'intérieur, en bleu à l'extérieur, avec couvercle étamé, fig. 61, 62.

Après les avoir chauffés à l'avance, et mis de l'eau bouillante dans celui des récipients qui ne sert pas, on y place rapidement les aliments dont la première cuisson est terminée; laissés à eux-mêmes pendant plusieurs heures, les mets finissent de s'élaborer — la température descendant graduellement de 100° à 70° et 60° — sans répandre d'odeur, sans perdre de leur parfum ou de leur goût (comme c'est le cas lorsque les éléments aromatiques peuvent s'oxyder au contact de l'air).

Avec un fourneau à 2 feux et 2 fours, un chaudron universel et une marmite norvégienne, une famille de 6 à 10 personnes aurait une cuisine excellente, rapide à préparer, économique en combustible; ainsi employé, même au prix de 25 centimes, le gaz serait moins cher que tout autre combustible.

Les *accessoires* de Gœhde sont d'un aspect très propre et appétissant; la bouillotte, forme théière, émaillée en blanc à l'intérieur, en brun à l'extérieur, contenant 1,5 l, coûte fr 3,75; un *chaudron* émaillé de même, 3 l, fr 4; le pot à bain-marie ou copette, avec garniture en porcelaine, de 2 l, coûte fr 7,80 étamé, fr 14 en cuivre; enfin, pour les rôtis, une casserole

plate, forme rectangulaire, à parois minces, avec angles et coins bien arrondis, émaillée en blanc à l'intérieur, mesurant 420 × 260 mm, coûte fr 3,50.

Robinets à boisseau de grand diamètre; pour le tuyau de tirage *coude en tôle plombée*, diamètre 100 mm, coût fr 1, et *raccord de cheminée* plombé, coûtant 3 francs pour 100 mm, soit fr 4,25 avec rosace en cuivre, fig. 62 *bis*, pl. VI. Allumage à rat-de-cave.

Nous terminons cette revue par la *cuisinière au gaz* complète, fig. 63; elle coûte fr 380, sans la bouillotte et la paroi du fond; complète fr 500 — la bouillotte consomme 300 l, le four 700, le fourneau 1 m c, soit en supposant tout allumé 2 m c à l'heure. Il faut un tuyau de gaz de 18 mm; si l'on n'est pas à plus de 5 m du compteur, ce dernier sera de 10 becs.

Les conclusions du présent chapitre se dégagent d'elles-mêmes.

Comment nos constructeurs feront-ils entrer la cuisine au gaz dans la pratique journalière du public? quels résultats nos usines en retireront-elles? chacun appréciera pour son compte. On reconnaîtra que le soin donné aux conditions matérielles des installations, la perfection des appareils, la judicieuse utilisation du gaz, joueront dans l'avenir de la cuisine au gaz un rôle important, au même titre que le prix du mètre cube.

30. — Le repassage au gaz est usité depuis longtemps; on connaît le fer Sarriot, par exemple. En Angleterre, aux États-Unis, on se sert aussi de fers chauffés par un chalumeau intérieur (Fletcher, Hornsey, Troy, etc.).

Dès 1857 le fer à chauffage intérieur et tuyau de caoutchouc était employé en Allemagne; ce dispositif est économique en gaz, mais il dégage de l'oxyde de carbone et doit être rejeté comme

peu hygiénique, c'est-à-dire dangereux, et en tout cas de nature à diminuer le rendement du travail des repasseuses; de plus le caoutchouc gêne l'ouvrière et demande un fréquent entretien.

Les petits poêles à repasser, de forme quadrangulaire ou hexagonale, sont tout aussi malsains; chauffés au gaz, ils en consomment énormément.

Reste le chauffage direct du fer sur la flamme brûlant au bleu (1). Mais ici la surface du fer s'attaque, se dépolit; pour avoir de beau linge, on est obligé de changer le fer toutes les trois minutes, pour le nettoyer à fond.

Ces considérations ont conduit au type actuel du *fer à repasser de Dessau*, imaginé en 1886.

Le fer est placé de biais, la poignée en dessous, fig. 64, pl. VI.

La flamme F du Bunsen B chauffe la cavité H, en léchant la surface *f*; cette surface est laissée *brute de fonte*, afin de conserver la croûte naturelle de la fonte au démoulage, qui résiste mieux à l'oxydation produite par la flamme; elle est, de plus, *cannelée*, pour augmenter la surface de chauffe. La lame S du fer, épaisse, fait réservoir de chaleur pour la face polie *p*. Les produits de la combustion s'échappent par les ouvertures *q*.

La tôle mobile R conserve la chaleur, en séparant l'un de l'autre le plat et le dôme.

Le manche G est d'ailleurs protégé de la chaleur par la position même du fer. Pour éviter toute perte de chaleur, ce dernier est posé dans une enveloppe extérieure en fonte, la cavité O conserve mieux au chaud la face polie.

Grâce à ces divers dispositifs, le chauffage du fer est à la

(1) La maison Junker et Ruh de Carlsruhe propose une semelle en fer, à interposer au début entre le fer et la flamme, jusqu'à ce que, le fer étant chaud, il ne s'y condense plus d'humidité.

fois *hygiénique et économique, deux qualités que le gaz conciliera facilement dans toute installation bien étudiée.*

On évalue à 40.000 le nombre des fers à repasser fonctionnant au gaz, en Allemagne.

La *Compagnie Continentale du Gaz de Dessau* fournit le type de 2 kg, par exemple, au prix de fr 6, fig. 65. Les fers sont *tous nickelés*.

Le *fourneau simple à repasser*, modèle dit graphité (noir mat) coûte fr 7,45, fig. 66.

Le *fourneau à charnière* ou à renversement est plus commode, en ce sens qu'on peut facilement enlever et remettre le fer d'une seule main. La contreplaque est mobile, un petit rouleau facilite la sortie du fer, fig. 67 et 68.

Le fourneau à renversement pour un fer coûte fr 12 en noir, fr 15 en émaillé; enfin fr 21 en nickelé; on en fait pour 2 ou pour 3 fers.

Enfin le *fourneau basculant de Dessau*, type 1890, chauffe alternativement 2 *fers jumeaux*; la manutention est plus simple, le chauffage continu, sans la moindre perte de temps; fig. 69.

Le modèle graphité à 2 fers coûte fr 12, émaillé fr 15 et ainsi de suite. Le prix est à peu près proportionnel au nombre des paires de fers en service.

Nous reproduisons la photographie d'un appareil basculant à 12 fers, large de 1,8 m, pl. VIII.

Une installation *pour ménage* coûte fr 25 : fourneau basculant, et 2 fers de 3,5 kg l'un.

Pour *installations industrielles* — plus de 3 fers — il convient d'installer un tirage, fig 70.

Le chauffage, pour être économique, ne doit pas durer plus de 8 à 12 minutes au maximum, il faut que la pointe de la flamme sorte de l'orifice d'échappement; avec un fer de poids moyen la dépense en gaz, par journée d'ouvrière de 10 heures, est de 11,5 m cubes.

Un atelier de repassage organisé avec des appareils de ce genre, à manutention rapide, sans dégagement de gaz brûlés dans la pièce, aura nécessairement une production économique, le rendement en travail utile sera élevé. Voilà l'un de ces cas, plus nombreux qu'on ne le croit, où les qualités générales du chauffage au gaz, propreté, rapidité, concentration de la chaleur en un point donné, constitueront la véritable économie pour la clientèle, tout autant que quelques centimes de plus ou de moins sur le prix du mètre cube, sinon davantage.

On a proposé le repassage à l'électricité, et on l'a même mis en pratique (blanchisserie de Lanter, en Saxe) : le moment n'est-il pas venu d'installer chez toutes les repasseuses le repassage au gaz ? D'après une statistique récente, il se blanchit en France — à raison de 2, 5 kg par habitant et par semaine — environ 60 millions de quintaux de linge par année. Il y a donc de la marge pour les constructeurs de fers à repasser... au gaz.

31. — Chauffage de l'eau, chauffe-bains. — Le *chauffe-bain des Ateliers de Dessau* est à chauffage direct ou « par mélange », les gaz brûlés traversent l'eau à chauffer à la façon d'un scrubber, fig. 71.

Ce dispositif, fort économique en gaz, n'est pas sans inconvénients, tout au moins dans les appareils que nous connaissions jusqu'ici. Au moindre excès de pression la flamme en couronne s'allonge, salit l'eau ou tout au moins lui communique une odeur désagréable. Puis on sait combien la plupart des chauffe-bains, à force d'utiliser la chaleur des gaz brûlés — surtout au début — les refroidissent, et affaiblissent le tirage au point de provoquer soit un dépôt de suie, soit un dégagement d'acide carbonique dans la pièce (pour ne pas dire d'oxyde de carbone).

On a trouvé, par exemple, avec un chauffe-bain usuel, que

la teneur en CO^2 augmentait de 0,66 à 13 pour mille, alors que la teneur de 4 0/00 est déjà « très mauvaise », au dire des hygiénistes (Gréhant, Wolpert, etc) (1).

A ces inconvénients le constructeur a remédié soit en réservant une *grande chambre de combustion* — la chambre de combustion n'est jamais trop grande, l'air est diathermane — soit par la *disposition spéciale donnée au tirage* ; d'après les renseignements que nous avons recueillis, le chauffe-bain de Dessau fonctionne d'une manière irréprochable.

Le dispositif mérite d'être reproduit, fig. 71, pl. VI ; à rapprocher de la vue, pl. VIII, de l'appareil complet, avec les robinets de gaz et d'eau rendus solidaires, dans le bas, et à mi-hauteur 2 robinets commandant l'un le chauffe-bain l'autre une douche.

Le tube axial F, en communication constante avec la cheminée, *assure à tout instant un tirage partiel*, entretient et active le tirage général, *évite tout dépôt de suie*, *tout dégagement de gaz brûlés*, toute chance d'explosion.

Le gaz brûle *au bleu*, un régulateur de pression n'est pas utile ; le courant chaud du tube F entraîne le reste des gaz brûlés à la façon d'un Giffard.

L'importance de précautions semblables est soulignée, une fois de plus, par le fatal accident survenu cet été à Paris, où un jeune homme a été asphyxié en prenant un bain. Le Tribunal de la Seine, par sentence du 15 juillet 1896, a déclaré l'installation mal faite, dangereuse, et condamné le propriétaire à rembourser 20.000 fr au locataire, père de la victime.

(1) D'après le professeur N. Gréhant, du Museum, la proportion de CO^2 dans l'air de 4 0/00 soit 1/250 serait non « dangereuse », mais « nuisible » en diminuant sensiblement la proportion d'acide carbonique exhalé par les poumons.

1 : 10.000 d'oxyde de carbone est « nuisible » sinon dangereux et doit être évité ; 1 à 2 0/00 de CO constituent une proportion dangereuse.

En 10 minutes environ l'appareil de Dessau fournit un bain de 150 l à 32°-40°.

Le succès du gaz pour cuisine et chauffage, chez nos voisins, ne serait-il pas dû, en partie tout au moins, aux précautions diverses, aux dispositions minutieuses qu'a suggérées une multiple expérience ?

Signalons encore le petit *réchauffeur* du même constructeur pl. VIII et le *chauffage à circulation* de *Gœhde*, avec vidange, poche pour l'eau de condensation, etc. L'appareil fig. 72, pl. IV, coûte 275 fr sans le réservoir.

Le *chauffe-bain de Siemens* (Dresde) échauffe 160 l d'eau en 12 à 15 minutes de 0° ou 5° à 38° ; coût, avec douche, depuis 200 fr, fig. 71 *bis*.

De petites flammes blanches jaillissent de tubes à gaz disposés en grille ; les gaz brûlés montent dans une grande chambre cylindrique intérieure, entourée d'eau. Ils redescendent par une série de tubes verticaux baignant dans l'eau, pour s'échapper par une chambre extérieure ou double paroi. Une poche reçoit l'eau de condensation. L'eau entrée par le bas, chauffée en couche mince, s'échappe par le sommet pour alimenter la baignoire ou la douche. Robinet de sûreté Siemens, combiné avec le robinet à eau ; consommation 700 à 1000 l de gaz.

La maison *Junk* de Berlin construit pour chauffe-bains un réchauffeur d'eau à circulation s'appliquant contre le mur, mesurant 650 mm de hauteur, 400 de largeur sur 155 mm de saillie seulement. Un brûleur Bunsen allongé, à flammes multiples et minces, occupe la base de l'appareil. Il est surmonté d'un réservoir à doubles parois latérales, projetant dans le vide intérieur, à la façon d'une chaudière Field, des tubes sans soudure, horizontaux, fermés à l'extrémité libre.

32. — Le gaz au laboratoire. — La maison P. Altmann de Berlin fabrique deux modèles de fours d'essai, au gaz, analogues aux types français, ou au four du Dr Perrot de Genève. Le four à fondre l'acier est à tirage renversé, disposition nécessitant des précautions particulières pour l'allumage : il faut allumer au gaz pur, en fermant l'entrée de l'air primaire à la base *d* du Bunsen. La température du four se règle par la proportion de l'air primaire. L'air secondaire est chauffé par récupération. Le four n° 2, à creuset de 90 mm de diamètre sur 150 de hauteur, coûte environ 100 fr ; fig. 73, pl. VI. Il serait intéressant de le comparer avec le four Bigot (*Jal des Usines à Gaz*, 1893, p. 256).

Le four Seeger-Heinicke réalise des températures plus élevées (1) encore, pour essais d'argiles réfractaires (275 fr).

Le même constructeur propose pour les laboratoires de *petits moteurs à air chaud chauffés au gaz*, et la *pile thermoélectrique de Gülcher*, bien connue (en vente à Paris, chez Greuer) ; la pile Gülcher produit environ 70 WH par m c de gaz (ou 11 m c par Ch-heure électrique, *Revue scientifique* 16 janvier 1897, p. 95).

33. — Le gaz pour usages industriels est peu représenté à l'Exposition. M. Hoffmann expose ses *fours à émailler*, à laquer, etc. (Lackier-Ofen) chauffés au gaz.

Pour mémoire, quelques fers à souder, à marquer les caisses.

Deux *machines à composer*, dont l'une servait sous les yeux

(1) On sait que les fourneaux à gaz à récupération de Perrot permettent d'atteindre, *sans soufflerie, toutes les températures inférieures à 1400°*. Dans les grands modèles, on fait fondre jusqu'à 60 kg d'argent à la fois, avec une dépense de 1,3 m c par kg d'argent fin fondu.

du public à la composition et au tirage d'un des grands journaux de Berlin, utilisaient le gaz pour la fusion rapide du métal des caractères d'imprimerie.

34. — Le moteur a gaz exposé dans la Galerie des Machines par la *Société de constructions mécaniques de Berlin-Anhalt* (1), est un moteur Otto modifié, à soupape et tube incandescent, d'un type tout récent et pour lequel le constructeur revendique, comme consommation à pleine charge et par cheval-heure effectif :

a) Avec du gaz 5.500 calories, ramené à 0° et 760 mm..........	1 550 environ.
b) Avec du gaz riche..............	1 400
c) Avec du benzol à 0,70 de poids spécifique......................	1 0,50 à 1 0,75
Avec du benzol à 0,80 de poids spécifique..........................	1 0,66
d) Avec du gaz pauvre, à l'anthracite anglais........................	kg 0,650

Il faut supposer qu'il s'agit de moteurs de 15 chevaux ; à 25 Cv, la consommation est de 520 l (expériences prolongées de R. Pintsch).

Le moteur horizontal (1 à 100 Cv), complet avec boulons et régulateur de pression :

coûte	pour	4	Cv	fr	2.625
»	»	10	»	»	3.780
»	»	25	»	»	8.800
»	»	60	»	»	13.100

(1) La raison sociale de cette Société s'écrit en abrégé B. A. M. A. G. ; ses deux ateliers sont à Berlin-Moabit et à Dessau-Anhalt.

Le modèle de 3 Cv exposé dans la halle des machines a donné 3,75 Cv effectifs au frein, en consommant 650 l par Cv-heure effectif (gaz de 5000 calories à 0° et 760 mm).

Le modèle de 60 Cv exposé à côté du précédent a donné, au frein, à 158 tours: 1', 76 Cv, avec une consommation de 485 l par Cv effectif et par heure.

Le démarrage du grand moteur peut s'opérer à l'aide des gaz chauds échappés d'un moteur beaucoup plus petit (disposition brevetée), la démonstration est faite à l'Exposition même.

Le *marteau à gaz* de la même maison est d'invention hongroise; un moteur vertical ordinaire de 8 à 9 chevaux actionne une poulie de commande, pour un atelier par exemple. Sur le même bâti est fixé un cylindre vertical de marteau-pilon dont le piston porte la tête du marteau; c'est la chaleur seule des gaz brûlés dans le premier moteur qui actionne le marteau, à la façon d'un moteur à air chaud, et avec une souplesse remarquable; le marteau agit absolument à la demande d'un levier de distribution, manœuvré à la main et pendant ce temps le moteur principal continue à marcher, mais il ne donne plus que 7 ou 8 Cv. Le marteau à gaz bat jusqu'à 110 coups : 1'.

Moteur Borsig. — La maison A. Borsig (construction de locomotives et machines, forges, fonderie d'acier, etc., fondée en 1837) expose un nouveau moteur sans tiroir, engrenage ni excentrique.

Le régulateur à pendule agit sur l'échappement : pl. VIII.

Le type exposé de 4 Cv fait 260 tours par 1'; il a donné au frein 5,4 Cv effectifs en consommant 620 l de gaz par Cv effectif et par heure. Le volant mesure 350 mm de diamètre, il faut un compteur de 30 becs. Coût fr 2.125, non compris un deuxième volant (pour éclairage électrique) fr 125 et un régulateur fr 62,50.

Moteurs Otto-Deutz. — Fabriqué en province et à ce titre exclu de l'Exposition, le moteur Otto de Deutz mérite cependant une mention spéciale. On le construit pour gaz ordinaire (500 à 700 l par cheval), gaz riche (250 à 350 l), gaz pauvre, benzine, pétrole; on fait la locomobile au pétrole, les locomotives au gaz ou au pétrole, moteurs pour bateaux, etc.; on livre aussi des groupes tels que pompes à eau avec moteur à gaz; « gaz-dynamos », où le moteur à gaz est relié à la dynamo par un joint à la Cardan (1); la construction de Deutz jouit d'une réputation hautement méritée.

Voici quelques spécimens :

a). *Moteur vertical*, 10 Cv, type à 2 volants pour électricité; 330 tours : 1', vitesse de la courroie, 25 m : 1", compteur de 80 becs (type H du catalogue de vente). La distribution est dite à membrane, conduite par un excentrique au lieu d'un engrenage, toujours bruyant; l'allumage se fait par un tube incandescent en porcelaine. Poids net 2.300 kg; il faut un local assez haut — m 2,60 — pour pouvoir enlever le piston au besoin. Se couple directement avec la dynamo à l'aide d'un embrayage en cuir, faisant à peu près le même effet que le manchon Raffard en caoutchouc. Coût complet, avec socle fr 4.650.

(1) Nous ne connaissons en France, dans ce genre, que des groupes de 16 et 14 Cv (Crossley-Desroziers).

Dans la station électrique de la Compagnie du Gaz de Dessau, l'arbre du moteur et celui de la dynamo, montés bout à bout, à quelques centimètres l'un de l'autre, sont reliés par un assemblage à la Cardan; deux croisillons, fixés sur les deux arbres, étant rendus solidaires l'un de l'autre à l'aide d'une pièce intermédiaire à joints à rotule.

La dernière installation de ce genre a été montée par la Compagnie des moteurs Otto de Deutz, à Bruxelles, avec moteurs de 120 Cv à deux cylindres, directement couplés aux dynamos.

b) *Moteur horizontal 1 cylindre*, 25 Cv. Le moteur 18810 timbré à 25 Cv, essayé en mars 1895 par le professeur Kohler, a donné 38,18 Cv au frein avec 207, 2 tours : 1', et a consommé à pleine charge 481 l de gaz par Cv-heure (5.000 calories, 0° et 760 mm).

c) *Moteur de* 200 *Cv*, à 2 cylindres en tandem. Nous renvoyons à l'album du constructeur.

La *maison Koerting* (Hanovre) construit depuis longtemps des « gaz-dynamos » et des moteurs à 2 cylindres en tandem.

35. — Comparaison pratique du moteur a vapeur et du moteur a gaz, a Berlin. — En considération de la baisse de prix du gaz industriel à c 12,5 (1) à Berlin, et des progrès réalisés par les constructeurs, la maison Pintsch a substitué un moteur à gaz de 25 Cv à la machine à vapeur 50 Cv dont elle se servait depuis de longues années dans ses ateliers de Berlin, l'utilisant en général à raison de 70 0/0 environ de sa capacité.

Voici les résultats d'une comparaison minutieuse basée sur une pratique de plusieurs années; la dépense comprend l'amortissement du capital :

(1) Depuis novembre 1895 les usines municipales du gaz de Berlin, qui alimentent le quartier où se trouve l'usine Pintsch de la Andreasstrasse, ont réduit à 10 pf le prix du gaz industriel, sur compteur spécial. A noter que, par décision de la ville, toutes les conduites branchées sur le dit compteur doivent être peintes *en rouge* (dans le domicile de l'abonné), à l'exclusion des autres canalisations.

		Dépense par jour	Dépense par Cv-heure effectif
Machine à vapeur compound 50 *Cv* développant 35,15 Cv en moyenne à condensation (coût 13.750 fr); et chaudière Ten Brinck 60 m q (6.250 fr), fournissant en outre un peu de vapeur à l'étuve des fours à émailler. Combustible en moyenne par jour 765 kg charbon à 25 fr et 260 kg lignites à 10 fr; etc. tous frais compris, total.........	fr	4,3776	fr 0,1245
Moteur 25-30 *Cv*, *gaz* à c 12,5 prix de Berlin, type Otto-Deutz, consommant 662 l par Cv-heure effectif, tous les frais ensemble..	fr	3,14	fr 0,1255
Electromoteur, au prix où le courant pour usages industriels est vendu à Berlin, 20 c le KWH, je dis 20 c, coûterait............			fr 0,2526

En résumé, avec une installation beaucoup plus simple, moins encombrante, la maison Pintsch ne dépense pas, avec un moteur à gaz un peu chargé, plus qu'elle ne dépensait avec un bon moteur à vapeur à 70 0/0 de charge.

36. — Les résultats pratiques du grand moteur a gaz en Allemagne, tels qu'ils ont été constatés à Dessau, intéresseront nos collègues.

Le moteur Otto 60 Cv installé en 1886 dans la « Centrale électrique » de Dessau a été porté à 80 Cv en 1895, par l'augmentation de la compression; l'opération a coûté 4.173 francs;

elle consistait simplement à munir le cylindre d'une nouvelle culasse, avec allumage par tube.

Etant donné que le moteur de 60 Cv actionnait une dynamo de 45 KW et le deuxième moteur, de 120 Cv, une dynamo de 84 KW accouplée directement, voici les résultats antérieurs :

1894 715,3 l de gaz par Cv-heure et 67,5 l par lampe-heure de 16 b
1895 719,8 — — 67,1 — —

pour une clientèle équivalent à 2.635 HW ou 4.880 lampes de 16 b, brûlant en moyenne 224,9 heures par année.

Ce rendement, déjà intéressant, a été amélioré du chef de la susdite transformation. Voici deux essais de 5 mois chacun.

	Durée de marche		Pouvoir calorifique moyen	Consommation totale	Cv-heures fournis	HWH produits	Consommation en gaz		
	mois	heures					par heure	par HWH produit	par Cv-heure
Avant..	5	217	4.805 Cl	9.941 mc	13.759	79.461	45,81 m c	125,1 l	722,5 l
Après..	5	292	4.650 Cl	13.764 mc	21.379	127.767	47,13 m c	107,73 l	643,8 l

Avec du gaz à 5.000 calories, le moteur de 80 Cv eût donc consommé un peu moins de 600 l par Cv-heure en service industriel. Le lecteur voudra bien se reporter aux dernières lignes du § 47 *bis*.

Pour apprécier plus exactement ces résultats, noter que le gaz de Dessau doit donner 16 bougies normales avec :

172 l de gaz brûlé au papillon.
160 — bec Argand.
30-40 — bec à incandescence.

Le pouvoir calorifique du gaz est essayé *tous les jours* au

calorimètre Junkers, installé dans la salle des moteurs ; l'essai dure 2 à 3 minutes.

Du 1er octobre 1886 au 31 décembre 1895, pendant une période de 9 années, pour 18.047 heures effectives de marche il a été dépensé 960 francs d'entretien et réparations, ou 0,22 0/0 du prix d'achat, soit encore c 0,116 par cheval-heure.

Au point de vue spécial des stations « *centrales* » d'électricité, à marche *non continue*, on peut de ce qui précède conclure aux avantages du moteur à gaz sur le moteur à vapeur, avantages résultant de l'établissement de la station au cœur de la clientèle : capital moindre, moins de terrain, réseau de cuivre moins coûteux, la production étant voisine de la consommation, réglage du voltage plus facile pour le même motif, moins de personnel, mise en marche plus rapide (dans de grandes installations à vapeur, 20 0/0 du combustible est consommé pour la mise en feu journalière).

L'usine métallurgique de Hermannhütte vient de commander, en vue d'une distribution électrique de force motrice dans ses ateliers, deux moteurs à gaz de *600 Cv l'un* à alimenter avec le *gaz des hauts-fourneaux* (moteur à 2 temps, brevet Von Œchelhæuser et Junkers, constructeur la Société de Berlin-Anhalt, automne 1896).

37. — Le tramway a gaz figure à l'Exposition sous les espèces d'un automobile, type 1896, à moteur de 10 (à 12) Cv et d'une *station de compression mobile*, constituée par un fourgon solide, bas sur roues, contenant un moteur à gaz vertical avec ses accessoires, compteur, poches et antifluctuateur, un compresseur et un réservoir à gaz comprimé. La station mobile est destinée aux essais de démonstration ; en une heure elle peut pomper 10 m c de gaz et les comprimer à 20 As (at-

mosphères), ce qui permet de charger un automobile à 10 As.

Le tramway à gaz est connu, à la suite des essais de la Compagnie Parisienne du Gaz (janvier et juin 1896) et de divers articles de journaux avec croquis (*Génie civil*, déc. 1895; *Rev. technique*, 10 juin 1896) (1).

La Compagnie Continentale du Gaz de Dessau, en présence des projets de tramways à établir dans cette ville, étendue et prospère (44.000 habitants), reculait devant l'idée d'annexer à sa station d'éclairage un tramway électrique, les frais de capital et d'exploitation lui semblant disproportionnés.

A cette époque — c'était en 1892-1893 — l'ingénieur Lührig faisait avec succès ses premiers essais de traction à gaz sur une section des tramways de Dresde.

La Compagnie fut ainsi conduite à une première application locale, confiée à la *Société des Tramways à gaz de Dessau* (mars 1894; capital 400.000 francs, porté ensuite à fr 625.000 par une émission entièrement couverte à Dessau même).

Puis elle provoqua la création de la *Société allemande de Traction par le gaz*, capital 2.500.000 francs, dont l'*Usine de construction de voitures et de locomotives* est dans la même ville.

Dessau est donc un centre d'information en même temps qu'un champ d'expériences. Nous avons vu en activité les voitures du début (2) : octobre 1894, les premières qui aient fonctionné en service public ; ainsi que celles du type 1896. La comparaison est tout à l'avantage des dernières, beaucoup plus confortables : les inconvénients de la première heure ont disparu : plus d'odeur ; le bruit, la trépidation, sont insensi-

(1) Voir aussi le *Journal de l'Eclairage au gaz*, du 20 janvier 1897, etc.

(2) Les essais antérieurs furent nombreux. Le premier automobile au gaz fut probablement le chariot transbordeur pour locomotives installé en novembre 1878 dans la gare de Landsberg, près Francfort sur l'Oder, et encore en service depuis 16 années.

bles ; il faut une certaine attention pour s'apercevoir, aux arrêts, que le moteur tourne encore, à la vitesse réduite de 80 tours.

38. — INSTALLATION DE DESSAU. — *Ligne* 6,2 km ; rampes jusqu'à 47 mm par mètre, courbes de 16 et 15 mètres de rayon.

Aiguillages de préférence dans les courbes, pour diminuer les chances de collision.

Matériel : 13 automobiles dont 7 à moteur de 7 (à 10) chevaux, contenant 28 voyageurs (12 places debout, 15 assises et le conducteur), et 4 à moteur de 10 (à 12) chevaux, plus 7 voitures d'attelage.

Voiture de 7 *Cv* dite « petit type » en service depuis le début ; pèse 6 à 7 tonnes en pleine charge, y compris l'eau de refroidissement, 300 litres.

Le moteur, du type Otto, avec régulateur à boules, et allumage électrique, se compose de 2 cylindres opposés en tandem ; manivelles à 180 degrés, séparées par l'arbre du volant ; il se fait une explosion par tour, alternativement dans l'un et dans l'autre ; la distribution est assurée par deux tiroirs conjugués ; timbré à la force motrice de 7Cv, le moteur donne facilement 35 0/0 de plus, soit 7 à 10 Cv.

L'ensemble des cylindres est placé longitudinalement sous une des banquettes : la transmission est visitable par le plancher de la voiture ; les moteurs, pompes à eau et à huile et magnéto d'allumage, par le flanc de la voiture, à l'aide de portes se rabattant autour d'une charnière horizontale ; le volant, enfermé dans une double paroi, est facilement accessible par une porte à 2 vantaux verticaux. L'échappement (amorti sur les voitures de construction anglaise par un « silencer » ou amortisseur plein de morceaux de liège) est conduit sur la

toiture par des tuyaux aménagés aux 4 angles du véhicule; c'est aussi sur la toiture que se trouve le réservoir d'eau, en forme de tubes à ailettes pour le refroidissement, la circulation de l'eau est entretenue par une pompe.

L'automobile porte 3 réservoirs en acier cubant ensemble 800 litres, placés l'un en pendant du moteur sous la 2e banquette, les deux autres parallèlement aux essieux ; le gaz chargé à 8 10 ou 12 As, davantage au besoin, est débité sous 25 mm de pression par un régulateur Pintsch, et contrôlé par un manomètre.

Le dessus de la banquette, mobile en façon de couvercle, se rabat sur un cadre en caoutchouc, qui isole les voyageurs du bruit et de l'odeur des machines.

La vitesse est limitée exactement à 12 ou à 16 km (suivant les règlements locaux) par le régulateur centrifuge, de sorte que le mécanicien ne peut la dépasser qu'après avoir agi sur le régulateur. C'est une garantie pour le public.

Un frein à main arrête la voiture sur une distance égale à sa demi-longueur. La voiture remorque plusieurs fois par jour le fourgon postal de Dessau, ou le fourgon particulier d'une maison qui expédie 2.500 à 2.800 kg de marchandises par jour, en petits colis.

La voiture de 7 Cv a souvent porté 40 à 50 voyageurs; *le « grand modèle » de 10 Cv,* remorquant sa voiture d'attelage, transporte jusqu'à 80 voyageurs malgré les courbes de 15 m.

La voiture en essai à Paris est de 12-15 Cv; en raison du service plus intensif de la capitale, la puissance et la consommation du moteur seront bien supérieures à celles qui suffisent dans une petite ville.

Les stations de compression sont d'une extrême simplicité à Dessau. Pour le trafic actuel, l'une d'elles suffirait amplement. Chacune marche trois fois par jour, 1 heure chaque fois, pour remplir un réservoir fixe calculé pour un service de 12 heures.

On comprime à 12, 14, même 20 As, et pourrait aller beaucoup plus loin : depuis les communications faites à la Société Technique en 1881 et 1883, il a été réalisé des pressions beaucoup plus élevées en France, dans les bouées lumineuses; on a atteint 100 As. L'une des stations, celle dite de la gare, est installée dans l'usine à gaz, à 240 m de la voie; une canalisation en fer puis un caoutchouc armé amènent le gaz comprimé à la voiture en stationnement devant la gare.

39. — Avantages du tramway a gaz, résultats de Dessau. — 1° *Le bon marché.* Une station électrique pour 30 voitures à 15 Cv l'une, avec chaudières, cheminées, machines, terrain, coûte *fr 250.000*, d'après la Cie allemande de Traction par le gaz. Une station de compression, suffisante pour 40 automobiles à gaz, seulement *fr 12.500*; on peut la loger dans une cave. Nous supposons, bien entendu, une distribution de gaz préexistante.

De plus le fil électrique pour trolley le plus économique (poteaux de bois) coûte fr 7.500 par km, dépense superflue avec le tramway à gaz. Ensuite, il faut disposer les rails d'un tramway électrique pour le courant de retour, nouvelle dépense.

L'automobile à gaz est un peu plus cher que la voiture de tramway électrique, la différence est faible ; il coûte à peu près autant qu'une voiture à chevaux attelage compris (Kemper). Toute l'installation de Dessau s'est montée à fr 87.500 par km (aujourd'hui incomplète elle coûte fr 91.250 par km). M. Kemper estime que, pour 8 km, le kilomètre utile avec traction électrique coûterait fr 118.750, soit au bas mot 25.000 fr de plus par kilomètre. L'exploitation est plus simple avec le tramway à gaz, un homme suffit pour la compression et encore peut-il faire autre chose en même temps.

La dépense en gaz est de environ 400 l (350 à 450) par km-voiture. Il faut y ajouter le gaz pour la compression, le graissage et l'eau. Etablissons le compte par km-voiture ; le total de ces frais serait au plus de :

c 8,75	avec du gaz à	c 13,75	le m³	(Dessau)
c 8,125	»	c 12,50	»	(Berlin, Crefeld)
c 6,875	»	c 10, »	»	(Cologne, Dusseldorf)

Telles sont les données du constructeur allemand.

Mais il s'agit ici d'usines à très longues concessions, avec charbon à bon marché, qui ont pu consentir des prix exceptionnels pour le gaz de force motrice.

En calculant suivant la même progression on arriverait aux prix suivants ; le tramway à gaz coûterait :

c 13,125	le km avec du gaz à	c 25	le m c
c 12	»	»	c 22,5	»
c 10,25	»	»	c 20	»

Prix encore très intéressants.

— 2° *Indépendance du système*, qui offre pour cette raison plus de garanties, plus de souplesse. Les voitures ne sont pas exposées à rester en panne pour un orage, un coupe-circuit fondu, un glissement de courroie, etc..

Il est facile d'éclairer la voiture ; de la chauffer sans frais avec les gaz brûlés ; on peut la surmonter d'une *impériale*.

Le tramway à gaz offre de grandes facilités ; c'est ainsi que, au besoin, une voiture peut emprunter du gaz comprimé à une autre voiture sans aller jusqu'à la station de compression ; le fait s'est produit à Dessau au moment de fortes chutes de neige.

Pendant les heures de grand trafic on peut mettre en ser-

vice à la fois toutes les voitures à gaz, au moins pour quelques heures. Une voiture à gaz peut rester chargée plusieurs heures (services de nuit), ou circuler sur des voies ordinaires. Chaque voiture à gaz constitue un *véritable automobile*, ce qui n'est pas le cas pour l'électricité, dont les machines doivent fonctionner tant qu'une voiture est en service (à moins qu'on ne préfère atteler à des chevaux les voitures pour le service de nuit, comme sur les tramways électriques de Chemnitz, ou pour les rentrer au dépôt comme le font ceux de Hanovre).

En un mot, le tramway à gaz a sur son redoutable concurrent cette supériorité du gaz sur le courant électrique ; le premier est une *matière*, le deuxième est un *mouvement*.

Nous ne parlons pas des avantages *esthétiques*, ni du *danger dû aux courants électriques* (morts d'homme et d'animaux, électrolyse incendies et accidents dus aux « courants vagabonds »; voir Congrès 1895 et 1896, et publications diverses) (1).

Les réservoirs de gaz comprimé ne présentent aucun danger; plus de 60.000 trains de chemin de fer, en tous pays, en Russie comme aux Indes et dans le Sud-Amérique, circulent chaque jour avec du gaz comprimé.

Une voiture à moteur de 7 Cv (28 personnes) pèse 6 à 7 tonnes ; un tramway électrique de même capacité pèse à peu près autant (5,56) et doit avoir un moteur de 15 Cv à cause du démarrage ; en raison de la mise en marche à vide, sur volant, un moteur à gaz moins puissant suffit. — Le moteur à gaz est d'ailleurs élastique, celui de 10 Cv en peut donner 12,5. Il en existe qui franchissent des rampes de 1 à 22 (4,5 0/0): Dresde, — et de 1 à 18 (5,5 0/0) : Croydon.

Le constructeur de Dessau offre des « automobiles à gaz de « 20-25 Cv qui parcourraient 35-40 km à l'heure et franchi-

(1) A la suite de nombreux accidents, pareils à ceux de Tourcoing, 6 nov. 1896, et de Rouen 10 mars 1897, quelques municipalités des Etats-Unis suppriment complètement les fils de trolley (N. Y., Mass., etc.)

« raient des rampes de 10 0/0 à la vitesse de 8 kilomètres » ; toutefois, en pareil cas, la *locomotive à gaz* sera préférable. Il existe des locomotives à vapeur chauffées au pétrole, des locomotives avec moteur à pétrole : on reparlera de la locomotive à gaz.

Résultats constatés à Dessau. — A). Essais du professeur Schottler, du 21 avril 1895 ; voiture n° 5, partie de la gare à 11 h 50 du matin, avec 19 personnes, trajet de 1.840 mètres. Le manomètre est tombé de 5,45 à 4,75 As.

Vitesse : arrêts compris, 10 km à l'heure ;

Consommation : 0,304 m c par km voiture ;

Le moteur : à 850 l par cheval, a développé 3,57 Cv (force nominale 7, maximale 10).

B). Essais du 11 mars 1895, une voiture et une remorque (49 personnes), *poids* total 12 tonnes.

Consommation : 0,498 m c par km.

Vitesse : 9,312 km par heure sur 2,25 km.

C). *Résultats généraux de 1895.* — Il a été transporté 885.000 voyageurs à l'aide d'automobiles seulement. Le tramway à gaz a consommé 205,319 m c ce qui augmentait de 11,9 0/0 la production globale de l'usine à gaz. En moyenne le km-voiture a consommé 510 l de gaz, y compris la compression, essais, remorquage, triangle à neige, etc. ; la production du km-voiture a coûté pf 12,35, soit 15 c, non compris le salaire du conducteur, les frais généraux et service du capital.

Chaque voiture est un client consommant, du matin au soir, en été comme en hiver, 20.000 à 25.000 m c par an.

Nous avons visité aussi *le tramway à gaz de Maëstricht*, exploité par la ville ou plutôt par l'usine à gaz municipale, en essai depuis quelques mois. L'ingénieur de la ville s'en déclare satisfait.

Une seule réparation a été faite jusqu'ici, à la bobine de la

magnéto d'allumage, le bobinage devant être très solide pour résister à l'action de la force centrifuge. L'eau de refroidissement (c'était au mois de juin) n'était que partiellement renouvelée à chaque double voyage.

40. — TRAMWAY A GAZ DE HIRSCHBERG, SILÉSIE (capital un million de francs.).

Cette nouvelle ligne, mise en construction sur l'initiative d'une grande société gazière, résume les perfectionnements déjà réalisés.

1° *Voitures*; réservoirs en acier étiré et soudé, sans rivures, essayés à 4 atmosphères de plus que la pression de service.

Moteurs à 2 cylindres, 260 à 280 T : 1', et 80 tours aux arrêts; quand la voiture stationne plus de 8', on arrête le moteur; un homme suffit pour le remettre en route. Vitesse maxima fixée à 12 km : h (16 km sur un autre parcours), cette limitation constitue une sécurité pour le voyageur (1). Transmission renfermée dans une caisse étanche. Echappement pouvant servir à chauffer la voiture en hiver.

Outre le type de 7 Cv, 26 voyageurs, on a des voitures plus fortes, capables de remorquer sur rampes : 10-12 Cv pour 28 voyageurs, et 12-15 pour 32 places.

2° *Station de compression*, mesure 4,5 × 4, 5 m en plan; moteur de 8 Cv, 2 compresseurs dont un de réserve.

3° *Réseau* :

(1) L'accident qui a coûté la vie à plusieurs personnes, aux débuts du tramway électrique de Florence-Fiesole, était dû à une vitesse exagérée du moteur, sur descente.

a) Voyageurs, bagages et postes à Hirschberg, de la gare au marché .... km 1,5

b) Voyageurs, bagages et postes de là à Warmbrunn, et au Riesengebirge........................ km 8,5

c) *Transport de wagons entiers*, et marchandises pour les usines du voisinage à l'aide d'une voie séparée et de *transporteurs*, à installer plus tard..... km 2,5

Longueur totale..... km 12,5

La route provinciale mesurant 8 m de largeur seulement, pour une circulation très active, la voie a dû être installée sur le côté, et de façon à ce que les camions la puissent utiliser ou recouper sans difficulté.

4° *La superstructure* doit être très solide (rails Hartwich);

5° *Courbes et rampes*. Jusqu'à 3,3 0/0 (1 : 30) de rampes et 20 m de rayon.

6° *Le matériel* comprend douze automobiles, huit voitures d'attelage, quatre fourgons pour postes et bagages, deux voitures d'inspection, deux chasse-neige et une voiture à sel pour l'hiver. On le complétera pour le transport des marchandises, notamment par des locomotives à gaz (1), et par des transporteurs.

Une automobile avec sa remorque transportent aisément soixante voyageurs.

D'autres lignes sont installées: Blackpool (13 km, 530 l de gaz par km-voiture), ou en essai : Charlottenbourg (au voisinage de l'Institut impérial de physique, dont les professeurs redoutaient l'influence du trolley sur leurs appareils électri-

(1) Au moment où nous mettons sous presse, une petite locomotive à gaz, de 15 Cv, est mise en essai sur la voie ferrée de Dessau à Worlitz. Elle traîne facilement un wagon de dix-huit tonnes à la vitesse de 20 km.

ques; nous avons vu quelques voitures à l'essai : 0,410 m c par km-voiture), ou en projet : Wiesbade (43 km, etc.).

Le tramway à gaz nous paraît appelé à un bel avenir, à la condition que les intéressés s'en occupent.

41. — Les concurrents du gaz, à l'Exposition de Berlin, figuraient au complet.

L'électricité, que nous citons pour mémoire.

Le pétrole sort également du cadre de la présente étude, nous n'avons d'ailleurs rien de particulièrement nouveau à signaler. Nous mentionnons plus loin (§ 42) certains appareils de chauffage au pétrole. Les moteurs à pétrole, soit fixes soit automobiles, dégagent une odeur persistante; à Zurich, où les moteurs à pétrole ordinaire ont trouvé de nombreuses applications, en attendant la construction de la nouvelle usine à gaz, des plaintes se sont manifestées à ce sujet, les constructeurs ont dû conseiller de laver les gaz d'échappement.

On connaît *la lampe au pétrole* de Schülke, *à récupération*, sans mèche : il existe deux modèles, donnant environ 140 Hefner pour 160 gr de pétrole à l'heure, pour le n° 1, et 70-80 Hefner, n° 2. Le pétrole est placé dans un réservoir supérieur, au-dessus du réflecteur. Un allumoir spécial opère la mise en marche, puis le pétrole est vaporisé par la chaleur des gaz brûlés.

L'intensité de 140 bougies hfl pour 164 grammes, soit 1/6 de litre ou 3,75 centimes à l'heure, est mesurée à 45° au-dessous de l'horizontale.

L'acétylène fait peu parler de lui au Pavillon du Gaz. Un exposant a été autorisé à faire fonctionner un gazogène à carbure de calcium, de faibles dimensions, et à faire briller la flamme de l'acétylène, brûlant avec des becs Manchester à trous très fins.

L'ingénieur *J. Schülke*, un chercheur, expose de *nouveaux brûleurs pour acétylène*; il s'agit d'amener le plus d'air possible au contact d'un gaz très riche en carbone (10 à 15 fois plus riche que le gaz de houille). Dans l'un de ces appareils, à cheminée, le verre est obturé dans le bas par un disque de plâtre. La cheminée est étranglée à la hauteur de la flamme, et percée de deux orifices, ménagés au fond de deux dépressions ou cornets imprimés dans l'épaisseur du verre. Deux courants d'air convergents sont ainsi dirigés contre la flamme de l'acétylène, qu'ils attaquent par la tranche, des deux côtés à la fois; le plan de la nappe lumineuse se déplace de 90°, et la flamme brûle finalement dans le plan même des deux canaux du bec Manchester, fig. 19 *bis*, pl. II.

Dans le second modèle, la flamme est entourée d'une sorte de globe-cheminée; dans la base du brûleur sont percés 4 conduits verticaux divergents, coiffés de cornets métalliques se rabattant vers le centre; les 4 courants d'air sont ainsi ramenés, convergents, contre la flamme.

Les maisons *Schülke*, et *Butzke* de Berlin, offrent toutes deux des installations complètes à acétylène, « sans danger », cela va sans dire... Les flammes donnent jusqu'à 60 Hefner, et consumeraient 0, 6 l par Hefner.

Le *Gaz à l'eau* est fabriqué couramment dans un certain nombre d'usines en Allemagne; depuis février 1896 la ville de Radkersburg, en Styrie, est entièrement éclairée au gaz à l'eau, système Dellwik.

A Gelnhausen, près Francfort s. M, dans la fabrique de lampes à incandescence et accumulateurs Khotinsky, nous avons vu alimenter au gaz à l'eau les fours à calciner les filaments, ainsi que les chalumeaux des souffleurs de verre.

Mêmes applications, et d'autres encore, dans les usines de la maison Pintsch, à Fürstenwalde, près Berlin. L'installation de Fürstenwalde, que nous avons visitée, a été décrite par

l'ingénieur Dicke d'Essen, qui s'occupe spécialement du *système Dellwik*.

Le constructeur estime que 1000 bougies-heures revenant à c 62,75 avec le gaz de houille (à 20 c le m c) et le bec Auer, le même éclairage ne coûtera que 58 c avec le gaz à l'eau et le bec de magnésie, et 35 c avec gaz à l'eau et bec Auer (bec de 130 l pour 50 bougies).

D'après M. Dicke le gaz qu'il fabrique (Wassergas), à 40 0/0 de CO, et 51 0/0 de H, dégage pratiquement *2620 calories*; le gaz « de générateur », obtenu dans les intervalles de réchauffement du combustible, en contient 960. A Fürstenwalde il existe deux appareils, de 230 m c à l'heure, dont un seul en fonction; l'installation est peu compliquée : pendant 15' on insuffle de l'air, et obtient du gaz de générateur; pendant 4' on injecte de la vapeur, et obtient du gaz à l'eau. Pour 700.000 m c fabriqués annuellement, le prix de revient est de 5 c; suivant l'importance de la production, ce prix varierait de c 1,25 à 5,30; sans nous prononcer sur ces allégations, nous ajoutons que la maison Pintsch tient compte de l'amortissement dans son prix de revient. Le gaz à l'eau lui sert aux *usages suivants* :

a) Dans l'usine J. Pintsch :

Chauffe de cylindres et réservoirs en acier, pour gaz d'huile comprimé, bouées, etc.; tôles de 10 à 40 mm; pour une tôle de 10 mm il suffit de 1',5 de chauffe;

Soudage de récipients en tôle de 4 et 6 mm d'épaisseur; les ouvriers manœuvrent d'énormes chalumeaux à air forcé et gaz à l'eau. et font jusqu'à 21 mètres de soudure (Hartloetung) par heure;

Fusion de bronze phosphoreux au cubilot, 1.000 kg à l'heure;

Fusion de bronze phosphoreux au creuset, 120 kg à l'heure;

Chauffe de pièces de métal jusqu'à 1.000 kg;

Moteurs à gaz à l'eau, de 3 à 12 Cv, consommant deux fois plus que les moteurs ordinaires, soit 1,5 à 2 m c par Cv-H.

b) Dans la fabrique de lampes à incandescence des frères Pintsch :

Soufflage du verre, au chalumeau ;

Chauffage et calcinations diverses, dans des fours spéciaux : filaments de lampes; magnésie, et petites fourches en magnésie calcinée pour becs Auer; avec ces fours on peut couler le platine en lingots.

Eclairage partiel *aux becs de magnésie* en forme de peigne (bec Fahnejelm).

A Gœrlitz il existe une distribution de gaz à l'eau qui alimente 116 fourneaux à gaz, dont 2 de cuisine; 43, 86 m c de Wassergas y remplacent 21, 02 m c de gaz ordinaire, soit 2 pour 1 en volume.

A propos de gaz à l'eau, mentionnons d'intéressants essais, dont nous avons vu les premiers résultats, à l'usine à gaz de Charlottenbourg : il s'agissait *d'isoler l'hydrogène de l'oxyde de carbone*, en séparant les uns des autres les principaux éléments du gaz à l'eau. Nous avons vu brûler séparément l'une de l'autre la flamme incolore, à peine visible, de l'hydrogène presque pur, et la flamme de CO, d'un bleu magnifique.

Le gaz d'huile (voir Congrès de 1881, 1883) se fabrique aussi à Fürstenwalde, pour l'essai des lanternes de bouées et de phares ou de voitures de chemin de fer, qui seront alimentées au gaz d'huile comprimé. Les meilleures huiles, mazouts de Russie, donnent 540 m c de gaz par tonne, à 85 mk l'une : on se sert aussi d'huile de schiste anglaise, et enfin, au besoin, d'huile de paraffine.

42. — Les appareils a essence et au pétrole, pour le chauf-

fage industriel, l'éclairage de plein air, occupent deux pavillons spéciaux.

Nous nous bornons à en rappeler le principe.

Louis Runge de Berlin vend à fr 0,75 : 1 au détail une essence pesant 0,70 kg : l. Dans les lanternes fermées, un brûleur suffit; l'*essence* est contenue dans un *réservoir à niveau supérieur*.

Pour les brûleurs à l'air libre, devant résister au vent, à la pluie, au froid, il faut une flamme active, à température élevée : on l'obtient par un dispositif semblable à celui des lampes Seigle à huile lourde. Le *combustible liquide est vaporisé au préalable* dans un tube chauffé par la flamme; au début celle-ci est produite par quelques gouttes d'alcool ou d'essence, allumées dans une petite cuvette à la base du bec.

Les *Frères Huff*, de Berlin aussi, construisent des appareils analogues, à flamme blanche, pour l'éclairage, et avec mélange d'air pour le chauffage, fers de relieurs, fers à souder, etc.

La *lampe à souder à la benzine*, une fois allumée, s'alimente automatiquement de vapeur combustible, elle dégage une chaleur suffisante pour souder les scies à ruban.

Partout où la benzine est trop chère, on emploie de préférence la *lampe à souder au pétrole*; le tirage forcé nécessaire pour bien vaporiser le pétrole avant la combustion s'obtient en comprimant de l'air au-dessus du liquide à l'aide d'une petite pompe fixée dans le corps de la lampe.

Les mêmes dispositifs, pression d'air sur la surface du liquide et vaporisation préalable à la combustion se retrouvent dans le *fourneau de cuisine au pétrole à flamme forcée*, ainsi que la petite coupe d'allumage. L'appareil usuel, du prix de fr 15, amène 1 l d'eau en 5 à 6' à l'ébullition.

Le *poêle mobile au pétrole de Fr. Siemens* a pour brûleur une forte lampe à pétrole, placée au centre d'un corps mé-

tallique à réflecteur. Avec 70 gr de pétrole à l'heure, l'appareil échauffe de 12°,5 un cube de 55 m c. Avec 2/3 de litre de pétrole, on obtient le même chauffage qu'avec 1 m c de gaz.

43. — Carburation du gaz au benzol, vaporisateur d'alcool à l'émission. — L'installation pour *carburer le gaz au benzol*, dite *système de Munich*, a été décrite dans les journaux. Le benzol, déplacé par de l'eau pour plus de sécurité, s'écoule sous charge constante d'un vase disposé en « flacon de Mariotte », sous la pression du gaz même à carburer, et arrive par simple gravité dans un vase étanche à surfaces inclinées, en chicane, où il se volatilise sous l'action d'un courant de vapeur (en hiver les parois sont chauffées). Avec du benzol brut pesant 850 à 880 gr par litre, la dépense est évaluée à 4 gr de liquide par m cube de gaz et par bougie Hefner; il est entendu dans cette estimation que le gaz à carburer ne s'écarte que d'une quantité limitée du pouvoir éclairant normal. Il existe une quarantaine de ces appareils en Allemagne, par exemple à Charlottenbourg.

Nous avons vu dans l'usine à gaz de Dessau une autre installation très simple, dite *appareil de Dessau*; le benzol s'écoule sous pression constante. Son débit est exactement mesuré à l'aide d'une éprouvette en verre, jaugée et graduée en cm cubes; il est contrôlé de temps à autre au moyen d'un sablier, fixé sur la béquille du robinet (fig. 74, pl. IV). On compte une trentaine d'appareils de ce type.

Ces installations sont l'une et l'autre beaucoup plus économiques en carburant, et plus régulières en leur action que l'appareil rudimentaire proposé récemment à quelques usines françaises, parce que la vaporisation du benzol, sous l'influence d'un courant de vapeur bien chaude traversant la

double paroi du vaporisateur, est *totale* et non fractionnée. La benzine *vaporisée au préalable* se diffuse beaucoup mieux dans le courant de gaz.

Avec du benzol épuré à 90°, provenant de fours à coke, la consommation serait inférieure à 3 gr de benzol par m cube et par bougie.

On vend aussi un benzol spécial, contenant 70 0/0 de benzol proprement dit, 13 0/0 de toluol, et 20 0/0 de substances analogues, et qui serait plus puissant que le benzol courant.

Enfin la maison Schumann et Küchler construit un appareil « à surfaces poreuses », basé sur des dispositifs analogues et pouvant être monté de façon à servir aussi bien pour l'alcool que pour le benzol, à tour de rôle.

Alcool pour dégeler les conduites de gaz. — Le froid joue un grand rôle chez nos voisins; ils ont constaté que la congélation des conduites de gaz en hiver n'est pas due uniquement à la condensation de la vapeur d'eau, puisqu'elle se produit aussi sur du gaz parfaitement desséché. Par les grands froids, c'est la benzine du gaz ou benzol, qui se condense et finit par cristalliser. Le remède a été trouvé dans l'alcool, dont l'introduction dans le mélange abaissera le point de congélation et empêchera dès lors l'obstruction des conduites.

L'alcool est vaporisé dans un appareil *identique* à celui que nous venons de décrire à propos de la carburation, fig. 74. Nous l'avons vu à Dessau, à côté du carburateur, disposé de la même façon et symétriquement dans la salle d'émission, de telle sorte qu'on les prenait l'un pour l'autre.

Par les grands froids, on compte par m c 5 gr d'alcool dénaturé, à 95 0/0, à 26 fr par hl; à - 20° on va jusqu'à 7 gr. L'alcool étant arrêté dans les compteurs humides, on dispose encore un petit injecteur à alcool — vaporisé par un bec de gaz — dans certains établissements, les gares par exemple, ou pour les branchements (une goutte par minute pour 4 becs

de gaz). On pratique ainsi une sorte d'hygiène préventive contre les obstructions.

44. — Carburation du gaz chez l'abonné, — La maison *Seelmayer* de Berlin expose dans le Pavillon du Gaz ses *carburateurs à benzine*, dont un certain nombre fonctionne dans sa clientèle. On sait que ce procédé réalise une économie de gaz assez importante, jusqu'à 20 0/0.

Nous n'avons pas remarqué de becs à l'*albo-carbone*.

CHAPITRE III

Usines à gaz et éclairage de Berlin, usines diverses et appareils d'usine.

45. — « L'Eclairage public de Berlin », tel est le titre d'un volume (Springer, Berlin 1896), dû au docteur H. Lux, et dont la publication toute récente nous dispense de plus amples détails au sujet de la capitale allemande. On trouvera dans cet ouvrage, inspiré par celui de M. Maréchal sur l'Eclairage de Paris, des indications complètes sur les usines à gaz et électriques, les contrats, les appareils d'éclairage public.

Dans le centre de Berlin, les becs intensifs de Siemens type primitif et type dit « inversé » ont trouvé une large application, ainsi que le bec Schülke, analogue au type usité en France; la tendance actuelle est de développer l'emploi du bec Auer.

Nous avons visité deux des usines à gaz éclairant la capitale.

Les usines à gaz municipales produisent plus de 100 millions de m c par année. Le gaz d'éclairage se vend 20 c le m c; le gaz de chauffage et cuisine c 12,5, ce bas prix a eu pour conséquence un développement considérable de la production. D'après les résultats observés à ce jour, on croit que l'augmentation de la vente atteindra 14 millions de m c pour l'exercice 1896-1897.

L'usine municipale de la Müller Strasse (Lux, page 20) est aujourd'hui tout entourée de maisons. Les appareils sont tous à couvert, dans des bâtiments en briques; celui de l'épuration est une maison à 3 étages. Les gazomètres sont complètement entourés d'une construction de briques et recouverts d'une toiture en fer. L'usine produit au màximum 150.000 m cubes par jour; soit 36 millions par an, plus du tiers de la production totale des usines municipales, et autant que les usines de la Compagnie Impériale Continentale.

A côté de fours horizontaux à gàzogène, l'usine possède 6 fours à cornues inclinées mis en essai (200 kg par charge). Le charbon est élevé par des ascenseurs soit au sommet des màgasins, soit au niveau d'une voie aérienne disposée devant les fours; de cette voie le charbon tombe par le fond des wagonnets sur le sol de la halle. — Les chauffeurs reçoivent 5,50 mk soit fr 6,90 par jour.

Extracteurs à piston, machines à balancier. Epuration à l'oxyde de fer naturel, « poussée au bleu ».

Nous avons indiqué plus haut, § 21, le titre normal du gaz.

Les plans de l'usine à gaz municipale de Schmargendorf sont exposés dans le Pavillon de la Ville de Berlin (voir aussi Lux, pages 22 et 25). Les halles de fours sont construites entre les magasins à charbon — dont elles sont séparées par une voie aérienne — et les magasins à coke, le coke étant à couvert. Les fours, non adossés, sont à générateurs construits en porte-à-faux avec 2 grilles latérales. Gazomètres de 65 m de diamètre, 81.000 m cubes. Tous les appareils sont à couvert et sous clef, dans des bâtiments comptant en général plusieurs étages. Vannes hydrauliques.

L'usine de Berlin-Schœneberg a été construite en 1890 par M. L. Drory, directeur actuel (*Compagnie Impériale Continentale*). Nous y avons retrouvé des ascenseurs et une voie aérienne pour le charbon, unissant le dessus des magasins et la salle

des fours. 32 fours à gazogène, Hasse-Didier, 288 cornues ; condenseurs à air (un peu faibles d'action), extracteurs Kœrting à jet de vapeur de très fortes dimensions. Scrubbers Dempster à planchettes, laveur barboteur Livesey, condenseur-séparateur de goudron de L. G. Drory ; épuration à l'oxyde de fer naturel dit Rasenerz (sauf erreur, limonite). 3 gazomètres en maçonnerie non couverts — ce qui est une exception à Berlin — cubant 8.300, 13.000 et 72.000 m cubes ; régulateur d'émission du système Drory.

45 *bis*. — Eclairage électrique a Berlin. — La distribution d'électricité à Berlin est une entreprise prospère ; nous n'en dirons que quelques mots, en passant, ayant visité la station centrale de la Mauerstrasse.

En 1895 l'entreprise alimentait 160.000 lampes à incandescence de 16 bougies (50 W) ou l'équivalent, et l'équivalent de 5.400 arcs de 10 A ; plus environ 2.400 moteurs de 1 1/4 de cheval en moyenne, la vente de force motrice absorbant env. 7, 5 0/0 de la production totale ; et les pertes (perte consentie et pertes à la terre), 6 0/0 environ.

Production de 560 WH par kg de charbon brûlé aux chaudières, résultat remarquable, dû en partie à l'emploi de grandes unités et aussi à l'adjonction judicieuse d'accumulateurs.

Pour une puissance totale de 13.800 KW « installés », et une charge maxima de 9.800 KW, la production a été en 1894-95 de 7, 5 millions de KWH, soit 10 0/0 seulement de la production maxima qui eût été réalisée par une marche continue, 24 heures par jour, de tous les appareils installés.

Par jour, la production maxima a été égale à 2, 5 fois la production moyenne ; par heure, à 70 fois ! Ce faible « coefficient d'utilisation » tend à s'améliorer par la vente de force motrice, favorisée par le tarif de 20 centimes le KWH, contre 75 centimes pour l'éclairage.

Le total des sommes immobilisées se monte à 28, 5 millions de fr environ, pour un capital social de 15, 5 millions. Le bénéfice net en 1894-95 a été de fr 16 environ par « ampère installé », le dernier dividende de 12, 5 0/0. La participation de la ville de Berlin a dépassé fr 750.000.

A Paris, comme terme de comparaison, la consommation d'électricité en 1895 s'est montée à 8 millions de KWH, payés en moyenne à fr 1,15 ; au 30 septembre dernier la puissance totale disponible était de 19.385 KW, y compris des accumulateurs pour 8 0/0 de

l'ensemble ; la puissance totale « installée » chez l'abonné se montait à 23.276 KW, dont 21.844 pour l'éclairage, équivalents à 436.000 lampes de 16 bougies supposées à 50 W (?) l'une.

A Londres 15.000.000 KWH à fr 0,55 l'un ont été livrés à 1.178.000 lampes.

Chacun pourra comparer.

46. — L'usine a gaz de Charlottenbourg n° 2 — exploitation municipale — où une partie du Congrès s'est rendue en corps, possède des installations mécaniques importantes, décrites dans le *Journal Gasbel.* La première est le déchargement mécanique des barques arrivant par canal ; les bennes sont élevées par des grues hydrauliques au niveau supérieur d'un « transporteur » mécanique, à bandes d'acier sur galets. L'eau sous pression, « accumulée » à 50 As, actionne encore les élévateurs de charbon de la salle des fours — le broyeur à charbon — et le casse-coke avec triage préalable, enfin le chargement et délutage mécanique des cornues.

Construite pour 35.000 m cubes par jour, l'usine en a produit plus de 9 millions en 1894-95, dont 1.300.000 pour l'éclairage public, et 45.250 pendant la plus forte journée. Le charbon distillé provient surtout de la Silésie, il revient à fr 25 environ ; 12 0/0 de charbon anglais, à fr 19,90.

Le coke s'est vendu entièrement sur place fr 22,90 en moyenne. Le gaz se vend à 20 c le m c ; un rabais de 20 0/0 est consenti pour le chauffage des établissements publics, la cuisine et les usages industriels ; l'éclairage public est bonifié à l'usine, au prix de revient, par le budget municipal général, pour la bonne règle. La production totale en 1894-95, 9.030.500 m c pour 130.000 habitants, correspond à 70 m c environ par habitant et par an. L'usine compte 20 générateurs Hasse-Didier, non adossés, les condenseurs sont à air et circulation d'eau (condenseurs Reuther). Extracteurs Beale à 3 palettes ; sépa-

rateurs-barboteurs Drory; laveurs Kirkham; le gaz ne contient plus que 10 mmg d'AzH^3 par m c. Epuration à l'oxyde naturel (Rasenerz) : 60 0/0 d'oxyde, 20 0/0 de tannée, 20 0/0 de poussier ; les grands épurateurs mesurent 40 m q de surface utile ; l'eau sous pression actionne le levage des couvercles, le transport de l'oxyde du sous-sol à l'étage supérieur, enfin le brassage de la matière en vue d'une rapide revivification à l'aide d'une roue à palettes, mobile le long de rails et parcourant toute la longueur du plancher d'étendage.

Le catalogue illustré de la Société de constructions mécaniques de Berlin-Anhalt, riche en renseignements sur les appareils usités dans les usines allemandes, décrit la plupart de ces installations, notamment les machines à charger et à déluter qui sont la caractéristique de l'usine de Charlottenbourg (voir aussi Lux, pages 32 et suivantes).

Il faut ajouter que ce système est très discuté. Les machines, manœuvrées au milieu de la vapeur et de la fumée, exposées à la poussière de charbon et de coke, assez compliquées au point de vue mécanique, ne paraissent convenir qu'à des fabrications très importantes, comportant au moins 20 fours, comme M. Schimming, ingénieur de l'usine, le disait au Congrès, ou même davantage. On hésite entre le chargement mécanique et la cornue inclinée, on attend de mieux connaître les résultats de l'un et de l'autre.

La tendance actuelle, à Charlottenbourg, serait de construire (la consommation de gaz augmente toujours) deux batteries de fours F F à peu près adossées, mais séparées par un transporteur de coke B B, fig. 75, pl. I.

Les cornues horizontales, munies de deux têtes *aa*, occuperaient toute la largeur du four. Les machines, circulant sur les voies A A, opéreraient le délutage *en poussant le coke* vers le transporteur *à l'aide d'un bouclier* tout semblable à celui en usage dans les fours à coke. *Le même organe, en même*

temps, effectuerait la charge en houille fraîche, avec un minimum de temps et de manœuvres.

Au moment de notre visite on construisait la cuve d'un nouveau gazomètre, *entièrement en béton de ciment* Portland de Bietrich, sur un fond de sable mouvant. Diamètre 57 m, hauteur de la cuve 9 m ; le gazomètre, à 3 cloches de m 8,65, contiendra 50.000 m c ; le coût est évalué à 900.000 fr. Les tuyaux-siphons seront de 600 et 800 mm.

La petite installation de gaz à l'eau, dont nous avons déjà parlé, alimente quelques becs Fahnejelm donnant 90 bougies pour 150 litres (1).

47. — L'Usine de Dessau possède des fours à 8 cornues, à demi-récupération, dont la construction, étudiée par la Compagnie Continentale du Gaz de Dessau, a été adoptée par un certain nombre d'usines de la région. — Le « four de Dessau » est à grille profonde ; la bâche du cendrier, chauffée en-dessous par les gaz brûlés, est à circulation d'eau continue. Les dessins (planche IX) se passent de commentaire. Les fosses de service, à l'avant comme à l'arrière du four, ainsi que la récupération, ont en général une profondeur de m 1,30 au-dessous du sol, cette dimension varie avec le niveau de la nappe d'eau souterraine. Il y aurait intérêt, croyons-nous, à donner à ce four une largeur intérieure de 3 m au minimum.

La Compagnie possède 35 fours de ce type, dans 8 de ses usines ; le chauffage moyen de ses 13 usines a été de 16,23 0/0 du poids distillé, en 1895. Le four complet, avec fonda-

(1) Il est intéressant de constater le progrès de la vente du gaz à Charlottenbourg. Pendant l'année qui vient de finir, la consommation a augmenté de 18,94 0/0, passant de 69,56 à 77,89 m par habitant. La proportion de gaz de chauffage a passé de 5,4 à 8,57 0/0, la distribution est de 80,6 m c par mètre courant de canalisation.

tions, armatures, barillet, têtes et colonnes montantes, et conforme au dessin, en matériaux réfractaires de première qualité, coûte 10.000 fr; le remontage complet du four, foyer, récupération et cornues 5.000 fr. environ. Pour compléter ces indications, ajoutons que les dessins, planche IX, nous ont été fournis par la Compagnie, qui a bien voulu en autoriser la publication.

Nous avons signalé d'autre part l'appareil à carburer, et à « alcooliser » le gaz (fig. 74), installé dans cette usine.

47 *bis*. — Nous avons donné plus haut (§ 17) quelques chiffres extraits du rapport de la COMPAGNIE CONTINENTALE DU GAZ DE DESSAU pour 1895. Le RAPPORT DE 1896 nous parvient au moment de mettre sous presse, les résultats du dernier exercice viennent à l'appui de divers renseignements contenus dans le présent rapport, nous les résumons donc ici en quelques lignes.

En 1896, la consommation a augmenté de 6,49 0/0 à Varsovie, de 6,8 0/0 sur l'ensemble des 13 usines; elle s'est montée à 44,5 millions de m c pour 446.334 flammes, soit à 98,4 m c par bec et par an. Le nombre des flammes a augmenté de 28.504, et comprend 66.227 becs Auer, dont le nombre s'est accru de 44,8 0/0, grâce aux améliorations réalisées tant sur le prix que dans la construction des appareils d'application de l'incandescence par le gaz La vente de gaz pour l'éclairage seulement a augmenté de 1.952.000 m c. Le gaz pour moteurs, cuisine et chauffage a passé de 17,74 0/0 à 18,74 0/0 de la vente totale; suivant les villes, la proportion locale en varie cette année de 12,4 0/0 à 41,9 0/0; le cube vendu pour ces usages a augmenté de 940.000 m c en 1896. Les moteurs seuls, au nombre de 834 pour 4.100 chevaux, ont consommé 10,72 0/0 du total.

Pour la moyenne des 13 usines le rendement a été de

304,9 m c, et le chauffage de 160,6 kg par tonne distillée, la fuite se réduisant maintenant à 3,68 0/0.

A Dessau même la consommation de gaz a augmenté de 18,33 0/0, en partie à cause du tramway à gaz qui absorbe 13,87 0/0 de la production totale de l'usine; le nombre des voitures en service a passé de 13 à 15, et leur consommation de 205.319 à 284.359 m c, y compris l'éclairage du dépôt.

Enfin la petite station centrale de Dessau a produit 863.163 HWH pour une clientèle de 2.735 HW, équivalente à 5.470 lampes de 16 bougies; les moteurs à gaz de la station ont consommé 132,0 litres de gaz par HWH vendu, soit 669,3 l par cheval-heure effectif.

Le dividende de la compagnie a été relevé de 10 0/0 à 11 0/0.

Les faits saillants de l'exercice sont la création d'une école de plombiers et de contremaîtres à Dessau, l'introduction dans les usines du compteur à P. P., enfin le développement croissant de l'incandescence par le gaz.

Le bec Auer, dans les usines allemandes de la compagnie, a remplacé en 1896 5.000 lampes à pétrole.

48. — Nouvelle usine a gaz de Cassel. — Notre dernière journée en Allemagne était réservée à l'usine de Cassel, à peine achevée, étudiée et construite avec une expérience du métier incontestable par M. E. Merz, ingénieur, directeur des usines municipales (eau, gaz, électricité).

L'usine de Cassel mérite une description détaillée; elle réunit les résultats d'expérience acquis en Allemagne, les meilleures solutions adoptées, le *personnel* en est très *restreint*; la distillation est basée sur l'emploi des cornues inclinées.

Nous empruntons quelques chiffres et croquis à la communication faite à Berlin par M. Merz.

Après un voyage d'étude à Vienne, Chemnitz, Leipzig, Berlin

et Hanovre, le devis complet fut arrêté à 2.910.000 francs et voté par la Ville en décembre 1893. Les travaux commencèrent le 2 mars 1894; le 20 décembre suivant, l'ancienne usine s'éteignait définitivement.

La Ville de Cassel comptait en 1893 80.000 habitants. Evaluant la consommation moyenne à *100 m c par habitant et par an*, et admettant suivant un calcul bien connu que la fabrication maxima d'un jour est égale à 1/200 de la production annuelle, on prévoyait une production maxima de 40.000 m c par jour. Il fut décidé que *la première moitié* de l'usine serait seule construite pour le moment de façon à produire 40.000 *m c par* 24 *heures*.

Lorsque l'usine sera complète, elle sera donc en état de faire face à une consommation de 80.000 à 100.000 m c par jour.

En 1895, la production journalière maxima avait été de 21.390 m c, contre 17.920 m c l'année précédente.

Le *terrain* sur lequel la nouvelle usine est construite a sensiblement la forme d'un triangle isocèle; il mesure 6,5156 ha et se trouve au point le plus bas de la ville (voir plan et vue d'ensemble de l'usine).

Un embranchement particulier avec voie d'arrivée et voie de départ relie l'usine à gaz à la gare de Bettenhausen du chemin de fer de l'Etat de Cassel-Waldkappel. Chacune des deux voies est pourvue, dans la cour de l'usine, d'une *bascule* de 25 tonnes avec *interrupteur de voie* et appareil *enregistreur* (bascule Schenck); les deux mécanismes sont réunis dans une cabane unique, en tôle ondulée. Sur la voie de garage se trouvent trois *plaques tournantes*, dont 2 de 13 m de diamètre pour la locomotive attelée de wagons chargés, et 1 de 6 m pour les wagons vides.

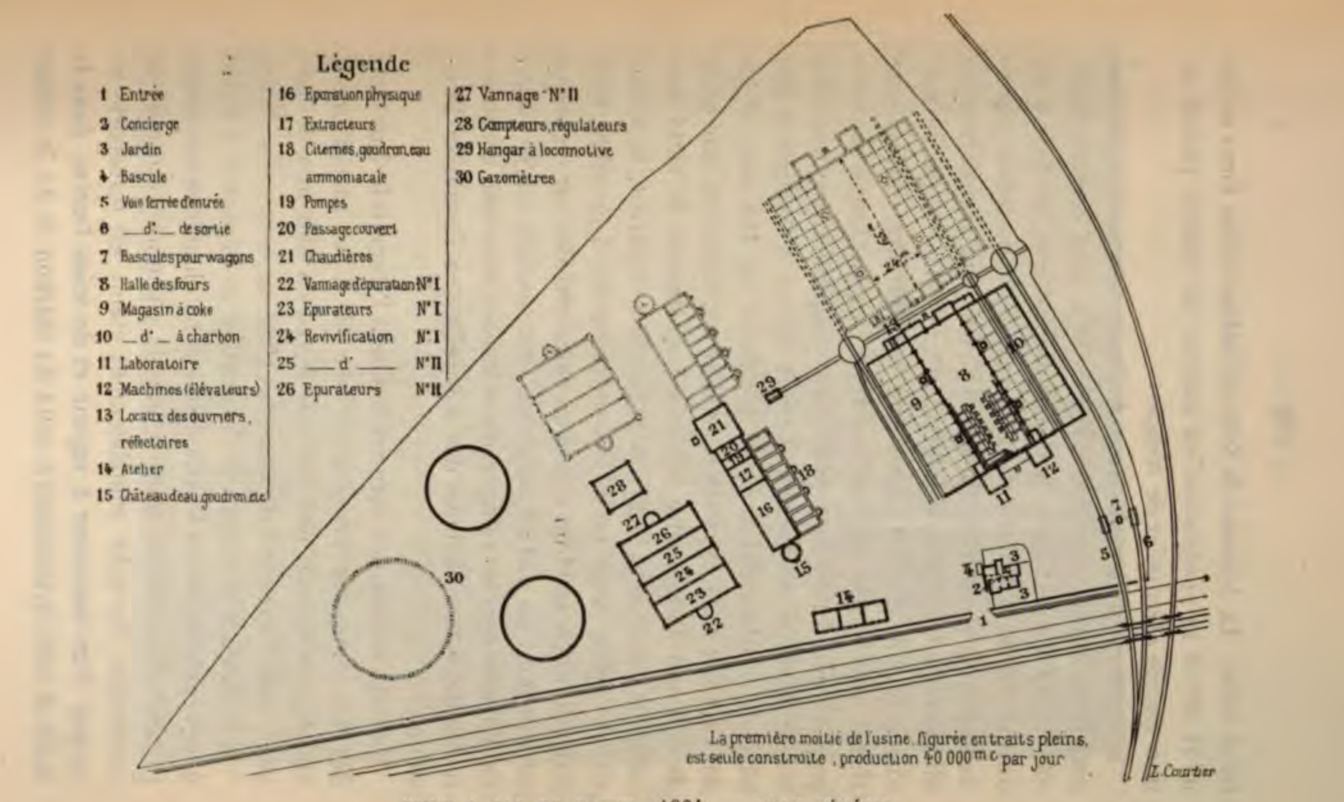
Le service des wagons de et vers la gare, ainsi que la manœuvre dans l'usine même, sont effectués à l'aide d'une *locomotive à eau chaude*, système Lamm-Francq de la fabrique

de locomotives « Hohenzollern » de Dusseldorf. La machine peut remorquer des trains pesant jusqu'à 300 tonnes, et conduit en palier 90 tonnes à km 2,6 de distance, la pression de la vapeur tombant de 4 à 1 atmosphère; seule, la machine retourne encore avec 1/2 atmosphère de pression à la chaudière de remplissage. Bientôt, l'on aura pour des cas semblables la locomotive à gaz.

Le *bâtiment des fours* est flanqué des *magasins à charbon et à coke*, correspondant aux voies ferrées. Les wagons de charbon entrant dans l'usine vont directement par la voie d'arrivée dans la halle aux charbons, qui a 65 m de long, 24 m de large et m 6,20 de haut. *Un plancher cimenté intermédiaire*, établi à m 1,20 au-dessus des rails, la divise en deux étages ou magasins superposés; on se conforme ainsi aux prescriptions des compagnies d'assurances qui limitent à m 2,50 la hauteur des tas de houille. Dans un angle de la halle se trouve le *broyeur a charbon* avec deux *élévateurs;* le charbon broyé, ainsi que les gaillettes et menus tombant à côté du broyeur, le tout ensemble est élevé dans les *caisses à charbon.*

Ces caisses, disposées dans les deux angles de façade du bâtiment, à m 1,20 au-dessus des fours, contiennent chacune 120 tonnes. Chaque élévateur peut monter 100 tonnes de charbon en huit heures. L'installation est actionnée par un *moteur à gaz* Otto-Deutz de *16 chevaux*, auquel est jointe comme secours une *machine à vapeur* de quinze chevaux. Ces deux moteurs sont disposés dans une annexe au bâtiment des fours, lequel est immédiatement contigu, comme nous l'avons vu, à la halle aux charbons, et mesure également 65 m de longueur et 24 m de largeur.

Tandis que la halle aux charbons est pourvue d'une *toiture en ciment armé*, système Monier, le bâtiment des fours (voir la vue générale et celle de la halle des fours) est couvert en



USINE A GAZ DE CASSEL, 1894. — PLAN GÉNÉRAL.

fer et tuiles. La *hauteur de faîte* du bâtiment des fours est de m 21,50, et sa *ventilation* est assurée par quatre petites et une grande *cheminées de tirage*.

Il existe actuellement *deux batteries* comportant *chacune cinq fours à gazogène Hasse-Didier* et à *neuf cornues inclinées* à 32 degrés; plus, pour chaque batterie, un four à six cornues horizontales. Ces deux derniers fours possèdent cependant déjà des voûtes inclinées en vue de leur transformation ultérieure suivant le système Coze. Chaque four a, par devant, son gazogène distinct, ainsi que son *barillet*, du système *Hasse*, avec sortie de *goudron* type *Drory*. Chaque *batterie* possède une *traînasse* commune aux cinq fours avec une *cheminée de 31 m* de hauteur. Les six tuyaux d'évacuation des barillets se déversent dans un *collecteur* de 400 mm, et les deux tuyaux collecteurs de la halle se réunissent en une croix de 650 mm de diamètre intérieur; au-dessous de cette dernière, le goudron et l'eau ammoniacale se séparent, la décantation s'opère dans un *bassin-collecteur* de 5 m cubes, relié aux citernes à goudron et à eaux ammoniacales par un tuyau de 250 mm. Le gaz se dirige par une *conduite en fer forgé*, de 650 mm, vers les réfrigérants et laveurs, dans une construction appelée le « Bâtiment des appareils » ou Epuration Physique.

Le *coke* sortant des cornues tombe à l'étage inférieur dans des wagonnets ou brouettes à coke où il est partiellement éteint, puis amené, par une voie ferrée de 600 mm de largeur, sous *l'appareil d'extinction* placé au centre des fours.

Les vapeurs résultant de l'extinction se dégagent, à l'aide d'un tuyau de tôle de 1 m de diamètre ou cheminée intérieure (figure), directement sous la grande cheminée centrale de ventilation. Le coke complètement éteint est transporté au moyen d'un ascenseur à vapeur et de voies ferrées dans la *halle à coke*, symétrique à celle du charbon et de la même



USINE A GAZ DE CASSEL, 1894. — VUE GÉNÉRALE.

disposition, c'est-à-dire à *deux étages*, mesurant 65 m de longueur sur 20 de largeur et contiguë à la halle des fours.

Le coke y est emmagasiné et classé : le long du bâtiment, sur la face ouverte, se meut une *installation transportable* comportant *casse-coke*, *classeur* et *chargeur* disposés sur un robuste wagon couvert, avec un *moteur à gaz* qui actionne aussi bien le casse-coke que le mouvement de translation de tout l'appareil.

Dans le *bâtiment des appareils* ou *épuration physique* (figure), la conduite de 650 mm qui vient des fours se divise en deux tuyaux de 400 mm, correspondant à *deux systèmes complets de condensation et lavage*, calculés chacun pour une production journalière maxima de 20.000 m c ; ces deux systèmes identiques, disposés symétriquement de part et d'autre de l'axe du bâtiment, sont reliés ensemble par plusieurs By-pass. Le bâtiment mesure 45 m de long et 12 m de large ; à son extrémité il se termine par une *tour* ou *château-d'eau* de m 26,50 de hauteur et m 9,50 de diamètre, apparente sur la vue d'ensemble de l'usine. A l'autre bout est ménagé un grand *passage* couvert de 5 m de large, contigu au *bâtiment des chaudières;* ce dernier se trouve exactement dans l'axe général de l'usine, ou bissectrice du triangle formé par le terrain ; c'est dire qu'il a été dès maintenant établi pour la production maxima de 80.000 m c par jour.

L'Epuration physique se compose de trois parties : la *salle de condensation et lavage*, la *salle des extracteurs*, celle des *pompes et dynamos*. La hauteur intérieure du bâtiment jusqu'au sommet du toit, construit en ciment armé du type Monier, est de 14 mètres, dont 3 incombant aux sous-sols et 2 m à la voussure du toit.

Voici la suite des appareils, fournis par les usines Schirmer et Berlin-Anhalt :



USINE A GAZ DE CASSEL, 1894. — HALLE DES FOURS.
(Fours inclinés, extinction du coke, etc.)

1° De chaque côté deux *réfrigérants en fer forgé à tuyaux d'eau*, de m 1,35 de diamètre et de 7 de hauteur; chacun contient 21 tubes réfrigérants verticaux en fer forgé de 108 mm de diamètre extérieur;

2° De chaque côté deux *condenseurs* à eau, système *Reuther* (1), en fonte, mesurant 1360×1450 mm à la base et 6286 mm de hauteur, se composant de 7 compartiments de 874 mm de hauteur, chacun avec 143 tubes réfrigérants horizontaux en fonte de 135 mm de diamètre extérieur; munis en outre, d'un système d'arrosage; la plus grande partie du goudron du gaz brut est arrêtée et s'écoule avec l'eau d'arrosage (fig. 76, pl. I);

3° De chaque côté un *Pelouze*, avec vannes de By-pass;

4° De chaque côté un *extracteur* de 900 m c à l'heure, 80 tours par minute, directement *accouplé avec une machine à vapeur* horizontale de 200 mm de diamètre et 200 mm de course;

5° 1 *extracteur* identique aux précédents, comme secours;

6° De chaque côté, un *régulateur d'extracteur*, type de Dessau, pour tuyau de 300 mm;

7° Un *By-pass et ses vannes* autour de chacun des trois extracteurs;

8° De chaque côté un *laveur* à étages de *Ledig*, pour une fabrication de 25.000 m c en 24 heures, mesurant 1130 × 1935 mm de base et comptant 7 étages de 745 mm de hauteur. On connaît la disposition de cet appareil, dont le ba-

(1) Le condenseur Reuther, que nous avons vu aussi à Charlottenbourg est déjà très répandu, quoique de création récente; on construit depuis peu un appareil analogue en Angleterre. Sa disposition est rationnelle : il présente une grande surface de refroidissement, avec un encombrement réduit. Le gaz entre par le haut, en circulation méthodique.

La grande différence entre les chaleurs spécifiques du gaz et de l'eau, *à volumes égaux*, explique la supériorité des condenseurs à eau.



USINE A GAZ DE CASSEL, 1894. — ÉPURATION PHYSIQUE.

lancier plonge alternativement et retire de l'eau une série de compartiments superposés. Un dispositif semblable est maintenant employé en Angleterre.

Après le laveur Ledig, le gaz se rend par deux conduites de 400 mm vers l'épuration.

Il existe encore, en commun pour les deux systèmes, six *récipients à goudron* de 500 mm de diamètre intérieur et 750 mm de profondeur, reliés par des tuyaux de 100 mm à cinq citernes ou fosses ménagées à l'extérieur, le long du bâtiment.

La figure montre, pour chaque série, outre le condenseur tubulaire, les 2 condenseurs Reuther et le laveur Ledig, surmonté du levier à mouvement basculant avec contre-poids supérieur; au-dessus la voûte cimentée. Au fond extracteurs et Pelouze; plus loin, salle des pompes.

Les *citernes à goudron* et *eau ammoniacale* sont construites en béton damé, enduites au ciment. Dans ces fosses plongent les tuyaux d'aspiration des *pompes*, actionnées par un *moteur à gaz* Otto-Deutz de 5 chevaux. Nous avons compté une *pompe à eau pure*, deux *pompes à goudron* et une *pompe à ammoniaque*; un second *moteur à gaz* de Deutz, de 10 *chevaux*, actionne la *dynamo* (110 volts, 55 ampères) et alimente 4 *lampes à arc de* 8 A dans la cour et 40 *lampes à incandescence* de 32 b réparties dans le bâtiment des condenseurs, les salles d'épuration et de régénération de la matière, le pavillon des compteurs et régulateurs.

Dans le *château d'eau* se trouvent superposés en trois étages, de forme annulaire et construits en *ciment armé*, système Monier, un *réservoir à goudron*, un *réservoir à ammoniaque* de 30 m c chacun, et un *bassin à eau pure* de 100 m c. Les voûtes qui supportent les réservoirs sont également en ciment armé, ainsi qu'un escalier de fer en colimaçon passant au travers des bassins, dans l'axe de la tour, pour aboutir sous la coupole construite de même.

La *salle des chaudières* mesure m 15 sur 14,70 et 6 m de hauteur. Elle est couverte en fer et tuiles et abrite deux *chaudières Cornouailles* à deux tuyaux bouilleurs, mesurant chacune 50 m carrés de surface de chauffe pour une pression effective de huit atmosphères. Le foyer est à *grille simple inclinée sans soufflerie*; il brûle un *mélange* de 2/3 de *lignite* et 1/3 de *poussier de coke*. L'échappement du moteur est dirigé sous la grille. Dans la partie de la salle non encore utilisée, et où plus tard deux chaudières pourront encore être placées, on a installé entre temps un *appareil Feldmann* pour la *concentration des eaux ammoniacales*, pour le dire en passant, un des meilleurs que nous connaissions.

En sortant du bâtiment des appareils, le gaz arrive dans les *deux systèmes d'épuration*, disposés dans quatre *salles* contiguës, *voûtées* avec toiture en ciment armé.

De ces 4 salles, celles qui occupent le milieu du bâtiment sont consacrées à l'étendage et revivification de la matière, et mesurent 35 m × 9 m; celles des extrémités, aux épurateurs : 35 m × 10,40.

Chacun des deux groupes ou systèmes d'épuration compte quatre caisses en fonte de 36 m q l'une, reposant sur colonnettes en sous-sol (1). Le gaz traverse l'oxyde en tout deux fois, chacun des groupes étant monté en parallèle; pour 40.000 m c de production journalière maxima, la *vitesse du gaz* sera donc réduite — avec 4 × 36 = 144 m q de surface attaquée simultanément — à *3,2 millimètres par seconde*. Elle serait momentanément de 4,28 mm : 1" dans le groupe où l'un des quatre épurateurs serait en remplissage. En décembre 1896 la vitesse devait se réduire à 2 mm : 1" environ. Dans ces conditions, l'épuration ne peut qu'être très économique; la

(1) Pour l'exactitude du montage, les joints des épurateurs livrés par la Société Berlin-Anhalt sont rabotés; les gorges hydrauliques sont venues de fonte.

saturation est longue à se produire, la matière agit pleinement, le renouvellement des épurateurs ne se fait qu'à de rares intervalles, la main-d'œuvre est minime.

Le transport de la matière est opéré à l'aide de bennes suspendues à un rail supérieur; le pont roulant affecté au levage et transport des couvercles porte aussi les parties de rail et les courbes nécessaires pour la circulation des bennes, en boucle fermée, au-dessus de la caisse à remplir. La manœuvre s'opère rarement, on a jugé inutile de prévoir un double rail entre les épurateurs et l'étendage.

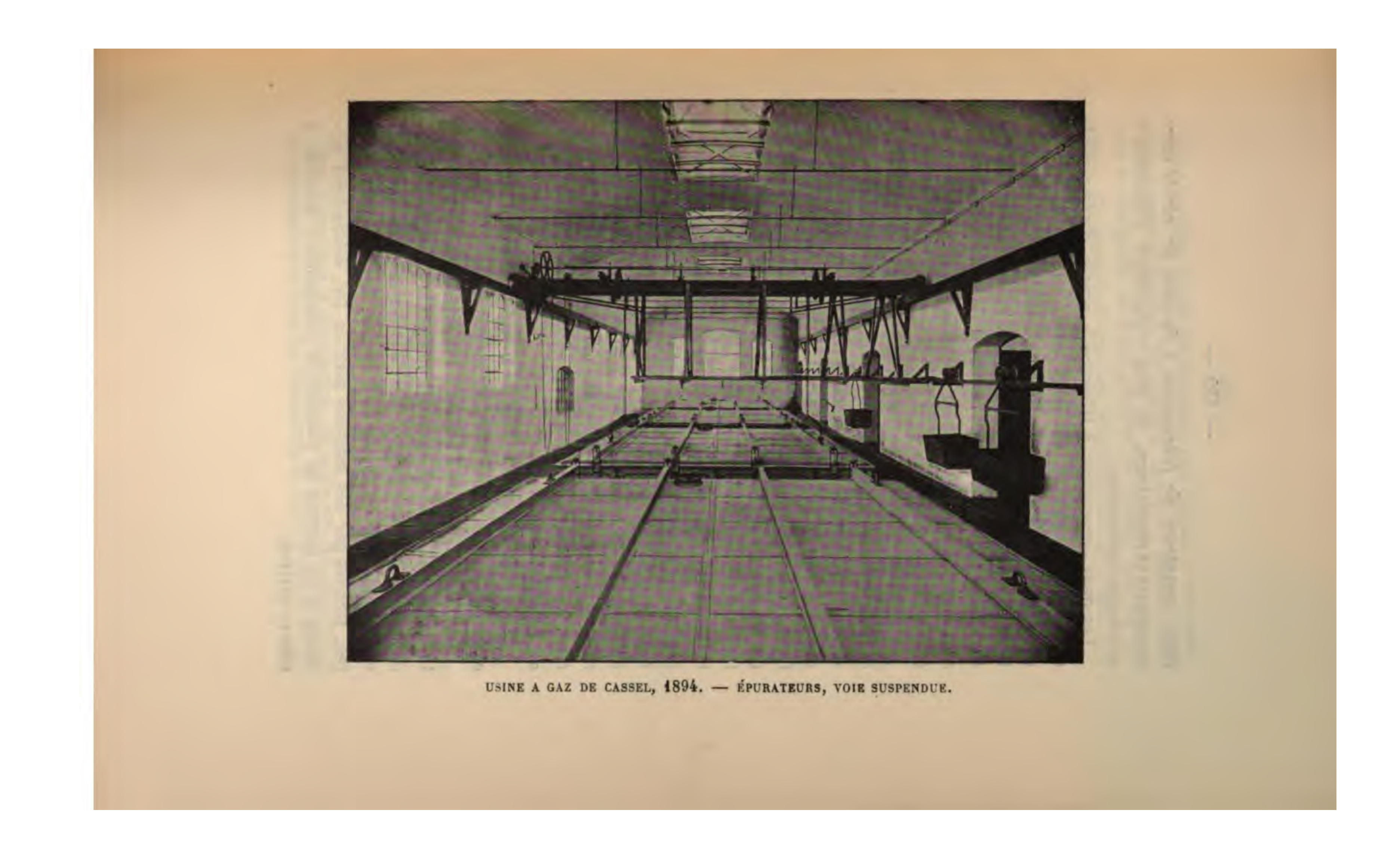
Le rail suspendu est employé aussi à Hambourg, Altona, etc.

La distribution du gaz se fait à l'aide d'un *distributeur Weck*, disposé dans un *local clos* et absolument *séparé* de la salle des épurateurs, comme l'indique le plan général, par un mur percé d'un vitrage dormant, visible aussi sur la paroi de gauche, dans la vue photographique.

Les quatre salles d'épuration sont recouvertes de toitures en ciment armé, construction dite Monier, dans lesquelles sont pratiqués de grands jours à cadres de plomb avec jalousies. Ces *toitures de ciment*, *peintes en blanc* en dedans comme en dehors, rappellent de loin les maisons arabes, on s'en rendra compte en examinant la photographie de l'usine; mais leur principal mérite est leur bon marché; l'entretien en est insignifiant, en raison de leur inaltérabilité à l'air humide chargé d'émanations ammoniacales ou sulfureuses; elles sont peu conductrices de la chaleur.

Ces diverses dispositions, simples, se passent de commentaires : nous y verrions volontiers un modèle du genre.

Du bâtiment de l'épuration, deux conduites de 400 mm joignent le pavillon des *Compteurs et Régulateurs*, qui a 17 m de long et 14 m de large. La toiture est en fer et tuiles. Dans ce bâtiment, déjà construit pour l'extension complète de l'usine et disposé suivant l'axe général du terrain, se trouvent



USINE A GAZ DE CASSEL, 1894. — ÉPURATEURS, VOIE SUSPENDUE.

deux *compteurs de fabrication*, 1 *By-pass de sûreté* entre compteurs et régulateurs, et deux *régulateurs d'émission* à *surcharge hydraulique*.

Les deux *gazomètres*, à télescopage simple, d'une capacité de 14.000 m c chacun, ont leurs cuves en tôle de fer. Le chauffage des gorges hydrauliques est assuré à l'aide d'injecteurs à vapeur de Kœrting; celui des cuves, par autant de chaudières tubulaires de 40 m carrés de surface de chauffe, avec foyers à coke type poêle irlandais (grande épaisseur de combustible).

A signaler comme autres constructions dans l'usine : devant le bâtiment des chaudières, le *pavillon de la locomotive*, où, suivant les besoins, la locomotive reçoit sa charge de vapeur par un tuyau de 100 mm; devant la façade de la salle des fours, faisant pendant au local de manutention du charbon, un *laboratoire de chimie*; sur l'autre face du bâtiment, deux locaux pour les ouvriers, plus une salle de bains-douches et les cabinets d'aisances; à l'entrée de l'usine se trouve la *maison du contre-maître et du concierge*; devant elle, *une bascule* pour les voitures, et tout proche le bâtiment des *ateliers*, de 32 m de long sur 9 m de large, contenant un *moteur à gaz* de deux chevaux, une *machine à percer*, un *tour*, une *cisaille* , une *mortaiseuse*, une *meule*, *deux forges* avec soufflets, etc.

L'usine est entourée le long de la voie publique d'un mur, et de l'autre côté d'une palissade en planches.

Les *fours*, larges de 3 mètres à l'intérieur, sont à 9 cornues inclinées à 32°, ils ont été construits par la Fabrique de produits réfractaires de Stettin. Les deux batteries se font vis-à-vis, séparées par un espace de 8 mètres. Les têtes supérieures, fermées par des tampons plats en fer, débouchent au-dessus d'un carreau ou plancher de chargement, large de 5 mètres environ.

Dans les deux angles du bâtiment, côté façade, se trouvent, comme nous le disions, les caisses à charbon ; chacune contient la charge de 12 fours pendant 24 heures, soit 12 wagons : 12 fours à 9 cornues distillant 910 kg l'une, soit $12 \times 9 \times 910$ kg ou 100 à 120 tonnes. Douze orifices, ménagés dans le fond des caisses, fermés à l'aide de tiroirs en tôle, permettent de verser les charges des cornues dans autant de cuillers, courant sur une voie suspendue, parallèle à la face de chargement (système Riegel).

L'importance de chaque charge se règle à volonté. Les cuillers sont amenées en face des cornues ; une tôle mobile assurée par un loquet établit la communication entre la cuiller et la tête de cornue ; pour les cornues des rangées inférieures on interpose des entonnoirs de forme spéciale, également suspendus. L'ouvrier chargeur, protégé par ces diverses pièces contre le rayonnement de la cornue, serre un clapet plus ou moins, suivant la grosseur du charbon, et l'opération se fait si vite qu'il n'y a pour ainsi dire aucune perte de gaz.

Le déchargement se déroule avec la même facilité ; le coke, aggloméré en gros morceaux, sort très rapidement, surtout avec les cornues neuves ; dès que l'opération est terminée, la petite tôle mobile ou bouclier remise en place et le tampon fermé, un signal avertit le chargeur.

M. Merz s'est déclaré très satisfait de ses fours ; en 18 mois il n'eut aucune réparation à faire, sauf le remplacement des tôles mobiles. Lorsque la charge est faite sans soin, il se produit dans le bas de la cornue un peu de goudron qui, recueilli dans un seau, se fige immédiatement en brai ; sur 15.000 tonnes distillées, on a recueilli en tout 3 tonnes de ce brai, c'est donc peu de chose.

Il importe de bien régler la température des fours en même temps que la distribution de la charge. Au calorimètre thermo-électrique (type Le Châtelier), M. Merz a trouvé en gé-

néral 1109° au bas du four, 1117° en haut — moyenne de 70, observations faites sur l'arête supérieure de la couronne centrale — l'écart est insignifiant.

Les températures moyennes des différents fours ont été :

Au four N° I,	en bas 1.030° C,	en haut 1.053° C,	écart	+ 23° C.
» II	» 1.066°	» 1.085°	»	+ 19° »
» IX	» 1.153°	» 1.157°	»	+ 4° »
» X	» 1.196°	» 1.180°	»	— 16° »

Au moment du congrès, les fours comptaient :

four I	284	jours de marche
» II	312	» »
» IX	190	» »
» X	188	» »

Ces observations montrent qu'une température presque égale règne dans les voûtes, on peut donc prévoir une durée égale à celle des fours à cornues horizontales.

Les analyses des gaz brûlés ont également établi la marche satisfaisante des fours, bien maçonnés, les carneaux d'air et de fumée étant bien étanches.

L'allure du chauffage varie avec la position des registres d'air primaire et secondaire, ainsi qu'on le constate par la composition des gaz de combustion.

Le gaz produit a le pouvoir éclairant normal.

Longues de 3,50 m, les cornues inclinées de Cassel produisent de 300 à 315 m c par jour en 5 charges. Le graphite est brûlé aisément en 5 ou 10 heures, en entr'ouvrant les 2 tampons ; le dégraphitage dure en moyenne l'équivalent de 1 journée par cornue et par mois.

Voici quelques chiffres extraits du Rapport pour 1895-1896 :

Distillé charbon de la Sarre.	400	T
» Westphalie.	13.613	»
Total.	14.013	»

Nombre de journées de four.	1.688	
» de charges de cornues	14.585	
» » journées-chauffeur de 12 h. .	3.070,5	
Gaz produit au total	4.068.680	m c
» par tonne distillée.	290,3	»
» » journée de four	2.410	»
» » journée-chauffeur de 12 h.	1.325	»
» » journée de cornue.	280	»
Charbon distillé par journée de cornue. .	*964,35*	kg
Pour une journée de fours il a fallu en journées de chauffeur.	1,82	
Coke produit par tonne distillée	685	kg
» brûlé »	134	»

La dépense en salaires s'est montée à :

1° Emmagasinage du charbon dans les caisses 1.003 journées fr 3.172,15.

2° Chargement et délutage des cornues, et mise du coke en magasin 2.767,3 journées fr 12.538,50.

3° Entretien des fours 303,2 journées fr 1.297,30.

La manutention du charbon et du coke, du magasin à charbon aux tas de coke, à travers les cornues, a donc coûté au total fr 4,20 par 1000 m c produits, et fr 3,40 seulement en déduisant les salaires pour amener le charbon devant la cornue.

M. E. Merz, on le conçoit, est aujourd'hui un partisan déclaré des cornues inclinées, après deux années d'expérience. Il ajoute que ses chauffeurs, qui avaient travaillé dans l'ancienne usine avec des fours horizontaux depuis vingt et une années, n'en veulent plus entendre parler; le travail est beaucoup plus facile avec la cornue inclinée : avantage que le directeur apprécie d'autant plus qu'il le rend plus indépendant de son personnel, tout en réalisant une économie de main-d'œuvre.

Ce qui nous a surtout frappé, à l'usine de Cassel, c'est le

nombre réduit des ouvriers, on avait peine à croire, en la visitant, qu'elle produisait du gaz pour 80.000 habitants.

La manutention du charbon, grâce aux cornues inclinées, celle du coke sont réduites au minimum.

Les dispositions de l'épuration physique et chimique répondent aux exigences modernes : *condensation graduelle mais complète*, c'est-à-dire refroidissement graduel et complet du gaz sans variation brusque de température, sans vitesse exagérée du gaz ou contact prolongé avec le goudron, *lavage* sans excès d'eau, et minutieusement *organisé*, *épuration* réalisée avec la plus grande économie, due aux *grandes surfaces* permettant la saturation lente et complète de l'oxyde, et au parfait lavage, voilà bien, semble-t-il, le programme d'une usine moderne.

Le casse-coke transportable (déjà connu), la locomotive à eau chaude, l'emploi du moteur à gaz pour les manœuvres discontinues, la grille à poussier sans soufflerie, la construction des magasins à charbon à deux étages, à cheval sur le niveau des rails, sont autant de dispositions intéressantes.

La salle des fours, en deux rangs et non adossés, celle des condenseurs sont faciles à surveiller; la ventilation du sous-sol, du coke en extinction combinée avec celle de la salle même, assurent dans toutes les parties de la halle une clarté, une propreté remarquables.

L'emploi du ciment armé soit pour les réservoirs (usines à gaz de Marseille, Antibes, etc.), soit pour les toitures exposées au feu (charbons) ou à des émanations corrosives (condensation, épuration), mérite l'attention.

Les sous-sols, parfaitement secs et ventilés, assez hauts pour y travailler debout, peints en blanc comme le reste et éclairés par des soupiraux à double vitrage — deux larges vitrines, au ras du sol et au droit du mur — assurent la sécurité, la surveillance et conservation des appareils. Les vannes de

raccord pour la seconde moitié de l'usine (celle qui — pointillée sur le plan — produira autres 40.000 m cubes par jour), sont déjà placées et fermées par des plaques faciles à démonter au jour du raccordement.

Les vannes sont toutes munies d'un cadran à indications émaillées, il semble qu'il n'y ait pas d'erreur possible.

Les soins pris pour le bien-être des ouvriers, tant devant les fours que dans leurs réfectoires ou locaux de toilette (1), ont entraîné peu de frais; le visiteur en a l'impression, cette dépense sera amplement récupérée par un service plus facile.

49. — Usine de Cassel. Cout et résultats d'exploitation. — On se demandera peut-être ce qu'a coûté, ce que rapporte la nouvelle usine. La somme immobilisée au 31 mars 1896 se monte à mk 2.866.737, soit environ 3.585.000 francs ; avec le fonds de roulement, y compris fr 400.000 en caisse, elle atteint au total 4. 500.000 francs ; le capital primitif étant de 3.875.000 fr.

L'exercice se solde par un bénéfice net de 265.180,74 mk soit 330.000 fr se décomposant en 190.000 fr environ d'intérêts à 5 0/0 et le solde en bénéfice supplémentaire. En arrondissant les chiffres, on peut noter :

	Pour 1893-1894	1894-1895	1895-1896
Bénéfice total...... Fr	200.000	225.000	330.000
Rendement en gaz....	275,7	278,5	290,3
Production...........	3.100.000 m c	3.430.000 m c	4.070.000 m c
Eclairage particulier..	1.630.000 »	1.750.000 »	2.170.000 »
Chauffage, cuisine.....	212.000 »	300.000 »	430.000 »

Chiffres de l'année 1895-96 avec la nouvelle usine, pour une population totale de 92.423 habitants et un réseau de 58 km :

(1) La loi, en Allemagne, impose les douches ou lavoirs pour les chauffeurs.

Consommation en augmentation de 20 0/0 environ sur 1894-1895 ; l'éclairage particulier a augmenté de 24 0/0, le gaz pour cuisine et chauffage de 43 0/0; bénéfice en augmentation de 72 0/0. Il n'y a plus eu que 3 mois cette année, au lieu de 4 précédemment, dont la consommation ait été inférieure à celle d'avril, considérée comme moyenne.

Les 3.561 compteurs, tous du système sec, alimentent 33.237 flammes.

Distillation 14.000 T de charbons de Westphalie à raison de *960 kg* en moyenne par *journée de cornue inclinée.*

Production journalière maxima 21.390 m c, soit 0,52 0/0 de l'année.

La dépense totale en main-d'œuvre s'est montée à fr 11,75 par 1.000 m c produits, sur lesquels fr 3,10 au chargement et délutage, fr 2,25 aux machines, chaudière et ammoniaque.

Sur 2.000 lanternes publiques, 1/5 sera prochainement monté en becs Auer.

En 1888-89 la consommation du gaz était de 3.080.000 m c; aujourd'hui, tout fait prévoir de nouveaux progrès, au delà des 4 millions de m c produits l'an dernier.

Le prix du gaz d'éclairage est de 20 c toute l'année.

Le gaz de chauffage cuisine et moteurs coûte :

c 16,25 du 1er octobre au 31 mars (6 mois),

c 12,5 du 1er avril au 30 septembre (6 mois).

L'*abaissement du prix du gaz de chauffage en été* est caractéristique, et contribuera sans doute à développer la consommation du gaz de cuisine en été, conformément à la tendance naturelle du public (Genève, Hanovre, etc., etc.)(1).

On trouvera aux archives de la Société Technique la feuille-prospectus des appareils donnés en location à Cassel, et le modèle de carte postale distribué au public pour lui faciliter les

(1) A Cannes, le gaz se vend à 25 c du 1er novembre au 30 avril et à 23 c du 1er mai au 31 octobre.

commandes d'installation; ainsi que la police d'installations en location du Gaz de Dessau.

Au moment de mettre sous presse nous recevons un rapport — signé par M. Merz à la date du 23 avril 1897 — qui résume les résultats de l'exercice 1896 et confirme en tous points ses appréciations antérieures sur les fours inclinés. Les 2 fours horizontaux à 6 cornues vont être montés en fours Coze à 9 cornues, l'usine de Cassel va donc compter au total 12 fours et 108 cornues inclinées.

Il n'a été fait jusqu'ici aucune réparation aux engins de transport et chargement, seules les tôles de butée de charbon, au bas de la cornue, doivent être remplacées fréquemment, par les soins du forgeron de l'usine.

La main-d'œuvre *totale* pour « charbon, coke et service des fours » s'est élevée en 1896 à fr 30.738,55, pour 8.036,7 journées de douze heures; et l'ensemble de la main-d'œuvre, pour toute l'usine, à fr 54.045,59 pour 13.471,6 journées.

La main-d'œuvre pour l'épuration figure pour 184,1 journées et fr 584,90.

Il a été distillé en 1896 15.833 T de charbon ayant produit 4.485.740 m c au rendement moyen de 283,3 m c. La distillation a coûté 3.610 journées de chauffeurs et 1316 0/0 de combustible. Il a été distillé en moyenne 967 kg par journée de cornue et 8347 par journée de four.

En terminant son rapport, le directeur de l'usine de Cassel réitère l'expression de sa satisfaction, après une expérience des fours Coze de 25 mois. Il ajoute que son exemple a été suivi, puisque, depuis le 1er janvier 1895 jusqu'à ce jour, il a été construit des fours à cornues inclinées dans onze usines (Vienne, Berlin, Copenhague, Genève, Altona, etc.). Ces installations récentes représentent au

total 274 fours — Vienne y figure pour les deux tiers — avec 2.457 cornues.

Nous sommes heureux d'avoir à constater ici le succès d'une invention française, récompensée à juste titre par la Société Technique.

50. — Appareils d'usine. — Pour compléter nos observations sur la fabrication du gaz nous signalerons un certain nombre de dispositifs employés dans les usines d'Allemagne.

I. *Salles de fours.* Une large ventilation est à la mode; on surmonte la toiture de lanterneaux à grandes ouvertures, mieux encore de véritables cheminées de ventilation. A Iéna, par exemple, la cheminée de ventilation de la salle des fours, construite en 1892, mesure 2,6 m de diamètre, 6 m de hauteur, elle est garnie de feuilles de plomb.

Les *toitures* pour ateliers, salles d'extracteurs et de chaudières se font souvent — sans parler du ciment armé — d'après le système Intze; légère charpente en fer en forme de voûte, garnissage en béton, carton bitumé et sable, vitrages horizontaux posés sur feutre. Coût 18 à 20 fr le mq, pour portées de 8 à 15 m.

II. Les *machines à charger* n'ont pas encore cédé le pas à la cornue inclinée. Nous nous bornerons à citer celle de Runge et Bertrand, fonctionnant à bras (Soc. Berlin-Anhalt ou B. A.), ainsi que les appareils de Borchardt de Remscheid et le chargeur rotatif de Eitle de Stuttgart, à côté des installations à l'eau sous pression de Charlottenbourg.

III. Les *barillets* Hasse, von Œchelhæuser, etc., sont décrits dans l'album du même constructeur (B. A.), ainsi que les portes de gazogènes et gueulards horizontaux, à double fermeture; et le régulateur automatique de *Hudler*, dosant l'air

secondaire des foyers à récupération et constituant en même temps un indicateur de tirage.

IV. En fait de *condenseurs*, à côté du condenseur multitubulaire, comme le *Reuther*, on emploie aussi celui de *Mohr*, composé d'un gros tuyau à profil ondulé, traversé suivant son axe par un tube à courant d'air, ou d'eau. L'agrandissement s'opère facilement en empilant des éléments de condenseur les uns sur les autres.

V. Les *extracteurs rotatifs* se font en général à 3 palettes, le mouvement est plus doux ; le graissage est très soigné. On a reconnu qu'il y a intérêt, dans les usines à gaz comme dans les autres industries, à employer des outils construits avec précision.

Dans le *régulateur de Hahn* (album B. A.), la cloche commande, par l'intermédiaire de ressorts, un manchon d'embrayage solidaire de 2 cônes inversés montés sur un axe commun ; l'un ou l'autre engrène, suivant la position de la cloche, avec un cône à rotation continue, l'arbre des cônes jumeaux tourne ainsi soit à gauche, soit à droite, et agit pour ouvrir ou pour fermer le clapet. La forme particulière du clapet est telle que, obturant entièrement le passage de la vapeur dans la position de fermeture, il n'occupe que le quart de la section disponible dans la position à 90°.

Le *régulateur de Dessau* (*ibid.*), que nous avons retrouvé dans plusieurs usines (il en existe environ 200) est très simple et d'encombrement excessivement réduit. Il se compose en principe d'une lanterne allongée, mobile dans le sens vertical, parfaitement équilibrée, dont le logement communique avec l'aspiration et le refoulement. Il règle l'aspiration sur le barillet, et constitue en même temps vanne de sécurité ; il faut et il suffit que l'extracteur soit capable de débiter la production maxima des fours.

VI. — *Goudron et ammoniaque*. Le *séparateur Drory* est

constitué par un barboteur à la base, un Pelouze au-dessus, le gaz étant en quelque sorte brossé par l'eau ammoniacale, et celle-ci débarrassée ensuite, par densité, du goudron qui s'y dépose; un courant d'eau traverse l'appareil. Le séparateur Drory est précieux pour les usines d'importance moyenne, soit distillant 10.000 T par an, pour fixer les idées. Décrit dans le *Journal des Usines à Gaz de* 1893, p. 380, il retient à lui seul environ 15 0/0 de l'ammoniaque, 99 0/0 du goudron contenus dans le gaz brut. Ayant constaté les bons services que rend cet appareil, récemment imité en Angleterre, nous voudrions voir nos constructeurs étudier un dispositif analogue.

Le poids spécifique du goudron étant voisin de celui de l'eau, assez pour que le barbotage en débarrasse le gaz, pas assez pour que les deux fluides se mêlent, on comprend que le barbotage dans une quantité d'eau ammoniacale d'ailleurs limitée constitue une première séparation du goudron très active.

Les *laveurs* usités en Allemagne sont nombreux, ils appartiennent soit au type fixe, soit au genre mobile. Dans les laveurs fixes on obtient un lavage uniforme à l'aide d'*augets basculeurs*, *à* 2 *godets* se vidant alternativement et brusquement sur les surfaces mouillées; ou par la chute de l'eau, contrôlée par son passage à travers des tubes extérieurs en verre, sur des planchettes posées de champ, croisées, amincies à la partie inférieure : tel est le laveur *Zschokke*, que nous avons vu à l'usine de Fürstenwalde.

Parmi les laveurs fixes, il faut mentionner le pulvérisateur de *Eisele*, rappelant une idée déjà ancienne de la maison Kœrting; l'eau sous pression est projetée de bas en haut à travers une buse spéciale en stéatite, et pulvérisée de façon à mouiller intégralement le courant ascendant du gaz.

Le *Kirkham*, employé en Allemagne depuis bien des années, est plus léger que le type anglais primitif; la caisse est

complètement ronde, l'encombrement réduit, les portées de l'arbre facilement accessibles. L'eau traverse à la sortie une cloche de verre avec aréomètre à demeure. Il en existe une centaine.

Le laveur *Ledig*, installé par exemple à Cassel, est disposé de façon à compenser par le mouvement alternatif de deux séries de cloches perforées, agissant dans le sens de l'aspiration du gaz, la perte de pression au passage des tôles perforées, incessamment mouillées ; l'appareil, un peu lourd et compliqué pour de petites usines, rend de grands services dans une fabrication dépassant 15.000 T par exemple.

VII. *Epuration*. — Le rail suspendu, comme nous l'avons dit, est fréquemment employé ; dans certaines grandes villes, à Berlin par exemple, la matière circule d'un étage à l'autre, un ascenseur la monte du sous-sol aux planchers supérieurs d'étendage. Les dispositifs mécaniques nous paraissent devoir intéresser surtout les grandes usines, produisant par exemple 100.000 m c par jour. Dans les autres l'emploi combiné des oxydes intensifs, riches en peroxyde de fer hydraté, et surtout des grandes surfaces, la vitesse du gaz étant réduite à 3 ou 4 mm : 1″, et le gaz étant parfaitement lavé au préalable, rendra les manutentions peu fréquentes et aussi plus simples. Je ne parle pas de la revivification *in situ* qui paraît peu usitée jusqu'ici en Allemagne.

VIII. *Valves*. — Les usines allemandes emploient parfois le système hydraulique ; dans les vannes ordinaires le pas de vis est en général extérieur pour faciliter l'entretien.

On connaît en France la valve double ou à deux tampons, usitée en Allemagne depuis vingt-cinq ans (nous l'avons employée en France dès 1884 sous le nom de *Gareis*, le premier constructeur). Le type *Baumert* est meilleur encore, les condensations s'écoulent par le tuyau principal du gaz.

Le distributeur *Weck*, que nous avons rencontré à Cassel,

est très estimé (usines de Berlin, Vienne, Dessau, etc.); basé sur le même principe, il est bien préférable aux distributeurs hydrauliques ou à glissement. Chaque plateau, garni d'anneaux de plomb sur ses deux faces, monte et descend sans tourner: les pas de vis sont toujours extérieurs au gaz, faciles à visiter et graisser.

IX. Les *gazomètres* en Allemagne se construisent fréquemment, maintenant, suivant le système du *professeur Intze*, c'est-à-dire que le fond de la cuve métallique est relevé sur les bords, cintré en cuvette ou au contraire bombé en dôme dans le milieu; le volume d'eau est diminué, le poids de la cuve est reporté entièrement sur l'anneau extrême; l'espace réservé sous la cuve peut être rendu accessible, éclairé par des fenêtres percées dans le mur de fondation et converti ainsi en une sorte de magasin ou casemate, fraîche en été, chaude en hiver.

On cite le cas du gazomètre de 37.000 m c. du type Intze, construit pour les usines Krupp à Essen, au-dessus d'un ancien gazomètre à cuve en maçonnerie, et appuyé partie sur l'ancienne margelle, partie sur une fondation circulaire concentrique. Le gazomètre ancien était fissuré, en raison des mouvements du sol, il était trop petit; mais on était obligé de s'en servir, faute de mieux, jusqu'au moment où il serait remplacé; d'autre part, on n'avait aucun autre emplacement disponible. Le nouveau gazomètre fut construit au-dessus de l'ancien sans en arrêter le fonctionnement : le dispositif Intze permettait seul ce tour de force. Nous avons vu un certain nombre de gazomètres de ce type; il en existe actuellement une soixantaine en Allemagne et en Suisse. Un avantage à considérer est la facilité de visiter extérieurement le fond de l'appareil.

Les conditions climatériques du pays nécessitent des précautions spéciales contre la neige, le froid; de là ces gazomè-

tres complètement entourés et recouverts d'une construction, comme nous en avons vu à Munich, Berlin-Ville.

Nous passons divers détails sous silence, tels que vanne hydraulique de sûreté, etc. ; on s'en procurera facilement la description.

X. *Régulateurs d'émission*. Nous nous en référons aux albums des constructeurs : Elster, Pintsch, Berlin-Anhalt, etc.

XI. Le *séparateur de Kunath* fait descendre le goudron en nappes minces successivement au-dessus de trois compartiments étagés, à dessus incliné, chauffés intérieurement ; l'eau ammoniacale se dégage bulle à bulle. Il en existe dans les usines de Bâle, Francfort-sur-Mein, etc.

Le déshydratage du goudron s'opère aussi à l'aide d'une turbine centrifuge : Berlin (Cie Imple Contle), Charlottenbourg, etc.

Conclusions. A vrai dire, un rapport tel que celui qui nous était demandé se résumerait difficilement en de brèves conclusions : les conditions générales diffèrent trop, d'un pays à l'autre, pour que la comparaison des deux industries soit immédiatement possible.

Le bas prix de vente est un facteur important du développement de l'industrie du gaz en Allemagne, notamment pour le gaz de chauffage ; cela revient à dire que les entreprises qui nous occupent, soit municipales — c'est la grande majorité — soit gérées par des compagnies, doivent se contenter d'un bénéfice plus limité ; elles le peuvent, parce que les charges imposées à leur capital sont moindres. Pour s'en convaincre il suffit d'observer que le charbon à gaz coûte aussi cher à Berlin qu'à Paris (il convient d'ajouter, cependant, que la dépense en main-d'œuvre est de 40 0/0 moins élevée à Berlin, comme à Londres, qu'à Paris).

Toutefois, il doit exister d'autres causes de l'importance que prend la fabrication du gaz au delà du Rhin. Nous ne pouvons que chercher à les indiquer en passant, et nous laisserons à de plus compétents le soin d'approfondir.

Il est permis de se demander si le régime des traités de commerce, de la navigation fluviale et maritime, de l'exploitation minière, le bon marché des transports, ne contribuent pas au bas prix du charbon, à l'activité de l'industrie gazière. L'accroissement de la population urbaine n'est pas non plus sans influence sur la consommation (1).

En outre, nous croyons comprendre qu'une forte décentralisation administrative rend plus intense la vie économique dans chaque province, dans chaque ville, et crée une émulation salutaire entre les diverses parties du pays. C'est sans doute à un phénomène analogue que Paul Bourget fait allusion lorsqu'il décrit « l'énergie de la cellule municipale » aux Etats-Unis ('' *Outremer* '', chapitre VIII).

Enfin, la décentralisation de l'enseignement supérieur, les échanges d'étudiants et de professeurs entre les 22 universités, l'émulation entre les écoles techniques et les « académies scientifiques » ont créé, à côté des diversités régionales, une certaine unité de doctrine dans les hautes études, ou tout au moins une commune tournure d'esprit en vue des applications pratiques : l'organisation des laboratoires « en vue de la recherche » — suivant l'expression de M. Lauth, dans un article

(1) On trouvera quelques détails à ce sujet dans un article sur la puissance économique de l'Allemagne, publié par la *Revue de Paris* du 1er janvier 1897. Nous y relevons seulement que, en 1894, la consommation totale du pays a été de 75 millions de tonnes de lignites, 22 millions de tonnes de charbon.

De 1873 à 1895 la consommation par tête d'habitant a passé, pour le charbon, de kg 1108 à 1905, de kg 53,5 à 98,7 pour le fer brut, de l 3,75 à l 15,01 pour le pétrole, enfin de kg 51,6 à 62,4 pour le blé.

récent(1), — tendait à développer plus rapidement le domaine de la science appliquée à l'industrie. Telle est la conclusion commune à plusieurs des rapporteurs officiels français aux expositions universelles de Paris, de Chicago en 1893, même de Genève en 1896; l'un d'eux rappelle éloquemment les beaux progrès réalisés en France dans cet ordre d'idées.

Quelles que soient les conditions faites à l'industrie gazière à l'étranger, tout porte à croire que la production du gaz en France est appelée à un développement considérable. Il n'existe aucun motif pour que la consommation par habitant et par an n'atteigne pas les mêmes chiffres que chez nos voisins de Suisse et d'Allemagne, à prix égal du mètre cube ou même légèrement supérieur. Encore faut-il que de longues concessions nous permettent de réduire les frais d'amortissement du capital : de ce côté l'on n'a peut-être pas épuisé les formules d'entente entre les communes et les entreprises de gaz. Les charges du capital sont un élément du prix de revient sur lequel une plus ou moins bonne gestion municipale exerce une grande influence : le devoir de nos conseils et magistrats municipaux n'est-il pas de diminuer autant que possible le prix de la vie pour le contribuable? Le prix du gaz ne doit pas constituer un impôt déguisé. — De deux entreprises assurant un même bénéfice annuel à l'entrepreneur, celle qui vend le gaz à meilleur marché est évidemment la plus stable, la plus profitable à tous. Il serait donc à désirer que les municipalités se rendissent compte de l'importance de l'intervention des charges purement financières dans le prix du mètre cube.

Une instruction théorique plus complète, une instruction « gazière », ne saurait nuire à nos fabricants de gaz, à nos contremaîtres — toutes proportions gardées — et même à nos appareilleurs et plombiers. Les médecins, les architectes,

(1) Lauth, *Revue Scientifique* du 9 janvier 1897.

devraient être mis au courant des services que nous pouvons rendre au public. En certaines villes, des écoles pratiques d'économie domestique sont ouvertes aux jeunes filles, aux femmes de la classe ouvrière (1); il serait à souhaiter que chaque année quelques simples leçons de cuisine au gaz fussent rendues accessibles aux ménagères : à cette propagande la province trouverait autant d'intérêt que la capitale.

En résumé, nous sommes convaincu que le public ne connaît pas assez les avantages du gaz : économie, propreté, action rapide et efficace; ceci admis, une judicieuse publicité, une publicité persévérante, deviendrait un auxiliaire précieux de notre industrie.

L'étude sommaire des derniers résultats constatés en Allemagne ne fait que confirmer les paroles récemment prononcées devant la Société Technique : « Le gaz reste l'agent le « plus économique qui puisse se prêter à la fois à la production de l'éclairage et du chauffage, sans parler des services « qu'il rend au point de vue de la force motrice. »

(1) L'Ecole de cuisine et de ménage de Mulhouse a compté 236 élèves du 1er juin 1894 à fin 1896. L'Etat de Genève étudie en ce moment la création d'une école professionnelle et ménagère de jeunes filles. — Voir sur le même sujet *Les Ecoles ménagères*, par Ed. Michaux, Paris, Guillaumin, 1895.

TABLE DES MATIÈRES

Numéros des paragraphes.		Pages.
1.	Introduction	3
2.	Division du rapport	5
3.	Notations photométriques, etc.	6
	Chapitre Ier. — *L'Association allemande des Ingénieurs du gaz et de l'eau. — Développement de l'industrie du gaz en Allemagne.*	
4.	L'association	9
5.	Rapports officiels au XXXVIe congrès	9
6.	Commission photométrique	10
7.	Commission dite des compteurs	10
8.	Commission du chauffage au gaz; chauffage au coke, appareil Born	11
9.	Commission pour l'étude des fours a cornues inclinées	13
10.	« Le gaz depuis 1883 », discours présidentiel, extrait.	14
11.	Le gaz forcé, la bougie par litre	17
12.	Equivalence du mètre cube avec le kilowatt-heure; observations	19
13.	« Le développement des usines à gaz d'Allemagne depuis 10 ans », extrait	22
13 *bis*.	Statistique des moteurs à gaz	25
14.	Coût horaire des éclairages actuellement usités en Allemagne, et autres communications	25

Numéros des paragraphes. Pages.

Chapitre II. — *Le Pavillon du gaz à l'Exposition de Berlin. — Appareils de chauffage et cuisine, incandescence, moteurs.*

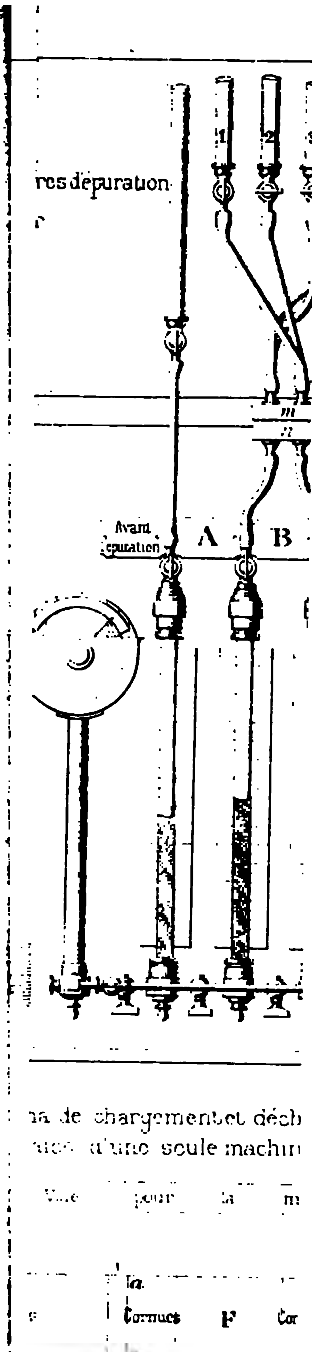
15. Le Pavillon du gaz 31
16. Exposition de l'association. La littérature du gaz . . 32
17. Appareils de laboratoire 34
18. Observations sur les essais photométriques et divers. 38
19. Exposition rétrospective de l'éclairage 40
20. Exposants du Pavillon du gaz : compteurs d'abonnés et appareils d'usine. 42
21. Becs à incandescence par le gaz. 46
22. Lanternes et modes d'allumage. Bec Auer d'éclairage public. 50
23. Incandescence à l'alcool, etc. 52
24. Appareillage à gaz; l'éclairage diffus 54
25. Appareillage de distribution, tubes de fer 56
26. Chauffage domestique au gaz. 56
27. Chauffage d'une école au gaz, poêle scolaire 62
28. Chauffage au gaz dans les églises (grille au poussier de coke). 67
29. Cuisine au gaz; divers, Siemens, Ateliers de Dessau, Gœhde. 70
30. Repassage au gaz, fer de Dessau. 80
31. Chauffage de l'eau, chauffe-bains. 83
32. Le gaz au laboratoire. 86
33. Appareils pour usages industriels du gaz. 86
34. Le moteur à gaz. 87
35. Comparaison de la force motrice à gaz et à vapeur . 90
36. Résultats obtenus avec les gros moteurs 91
37. Le tramway à gaz 93
38. Installations de Dessau 95
39. Résultats de Dessau, avantages du tramway à gaz. . 97
40. Tramway de Hirschberg, Silésie, etc. 101
41. Concurrents du gaz à l'exposition de Berlin, pétrole, acétylène, gaz à l'eau. 103
42. Appareils à essence, à pétrole, etc. 106
43. Carburation au benzol; alcool contre les obstructions par les grands froids 108
44. Carburation chez l'abonné 110

Numéros des paragraphes. Pages.

Chapitre III. — *Usines à gaz et éclairage de Berlin. — Usines diverses et appareils d'usine.*

45. Eclairage public de Berlin, usines à gaz. 111
45 *bis*. Electricité à Berlin. 113
46. L'usine à gaz de Charlottenbourg 114
47. L'usine de Dessau 116
47 *bis*. Cie Continentale du Gaz de Dessau; exploitation en 1896. 117
48. Description de la nouvelle usine de Cassel: marche des fours à cornues inclinées, observations. . . . 118
49. Coût de l'usine, résultats d'exploitation 137
50. Quelques appareils d'usine en Allemagne. 140
Conclusions 145
Table des matières. 149

PARIS. — IMP. P. MOUILLOT, 13, QUAI VOLTAIRE.



a
Cornues F Cor
a

Transporteur de

a
F
a

ller . vit
ur 7,5.

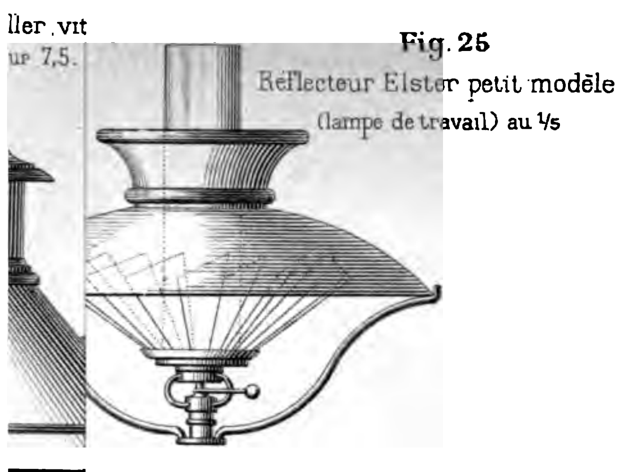


Fig. 25
Réflecteur Elster petit modèle
(lampe de travail) au 1/5

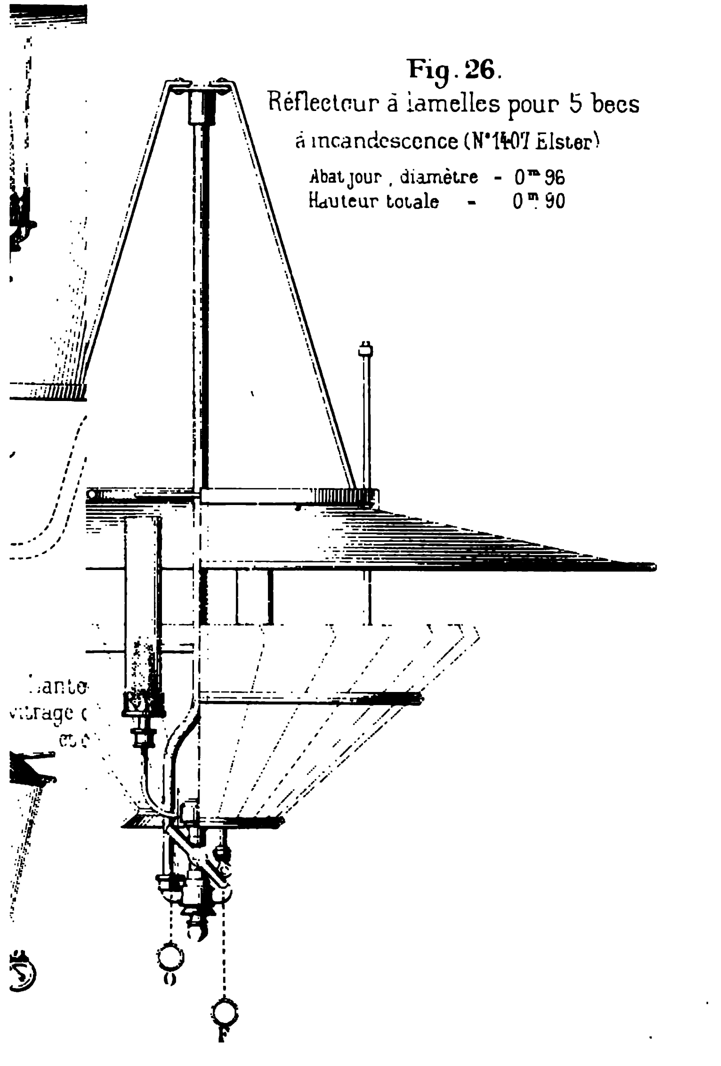
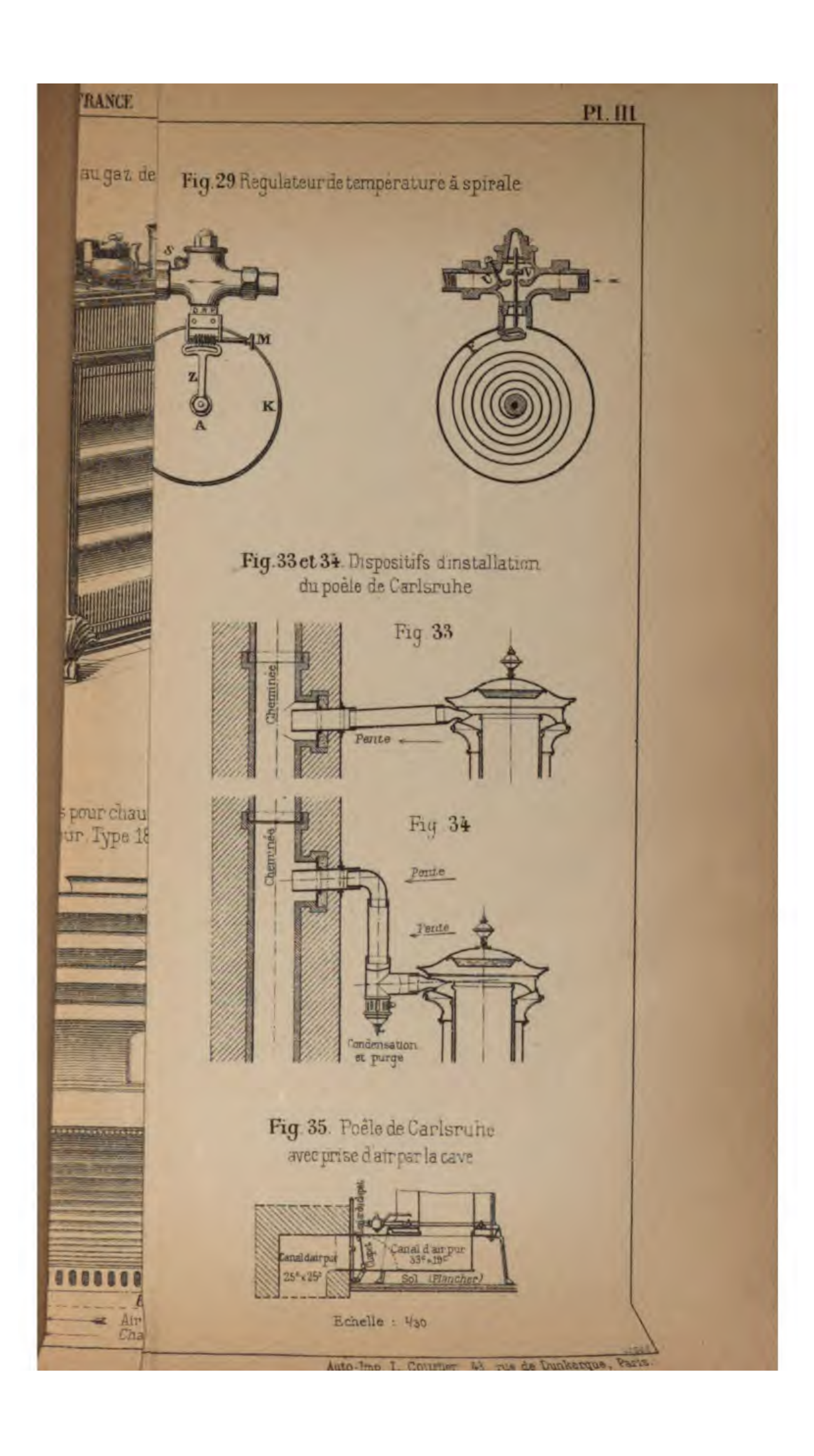


Fig. 26.
Réflecteur à lamelles pour 5 becs
à incandescence (N°1407 Elster)
Abat jour, diamètre - 0m 96
Hauteur totale - 0m 90

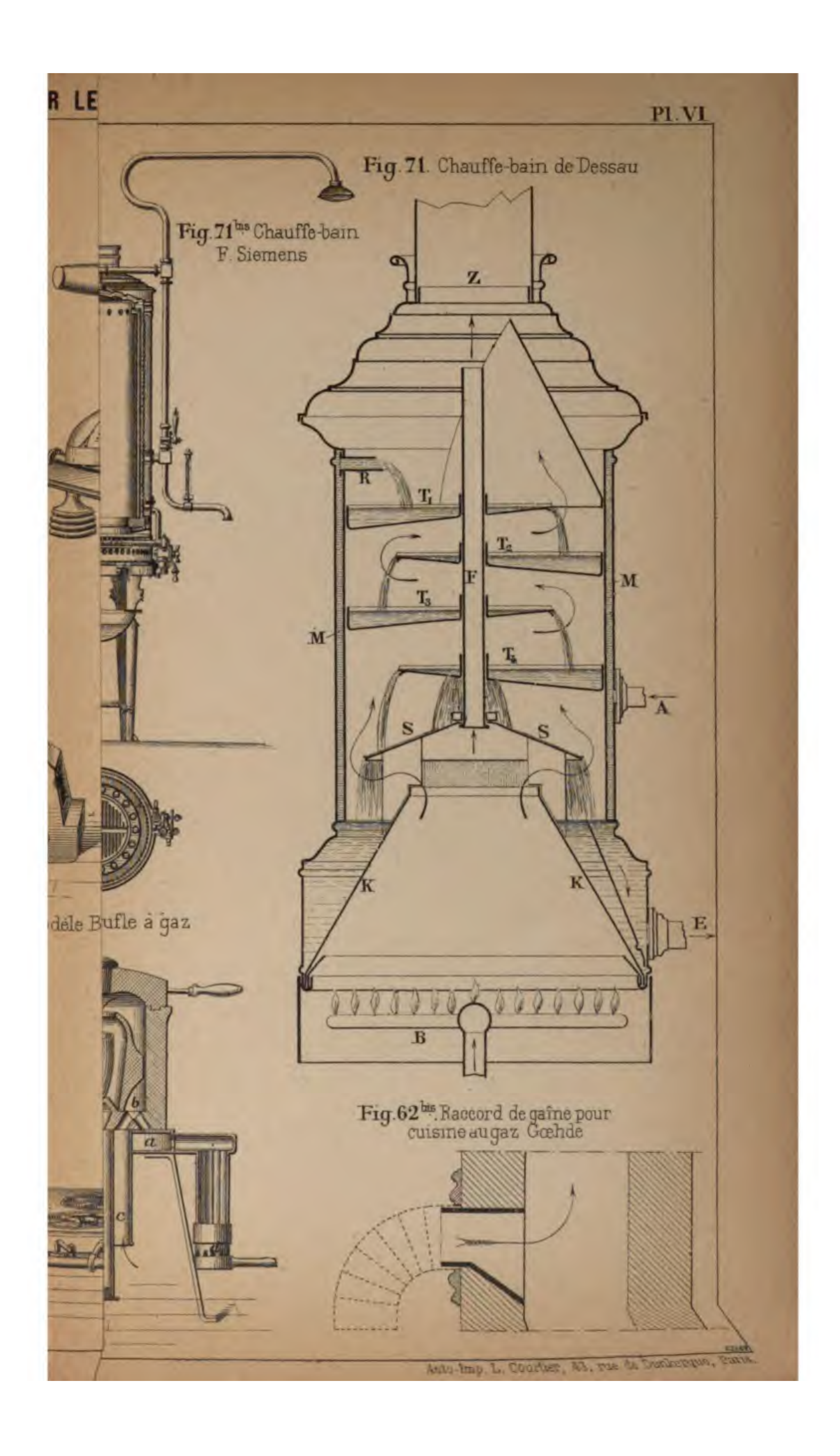
Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.



Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.


de Gœhde

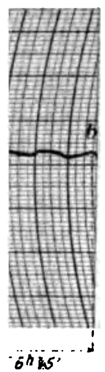




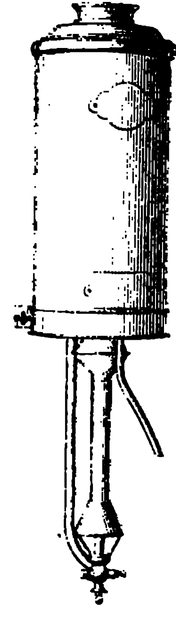
Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

hide

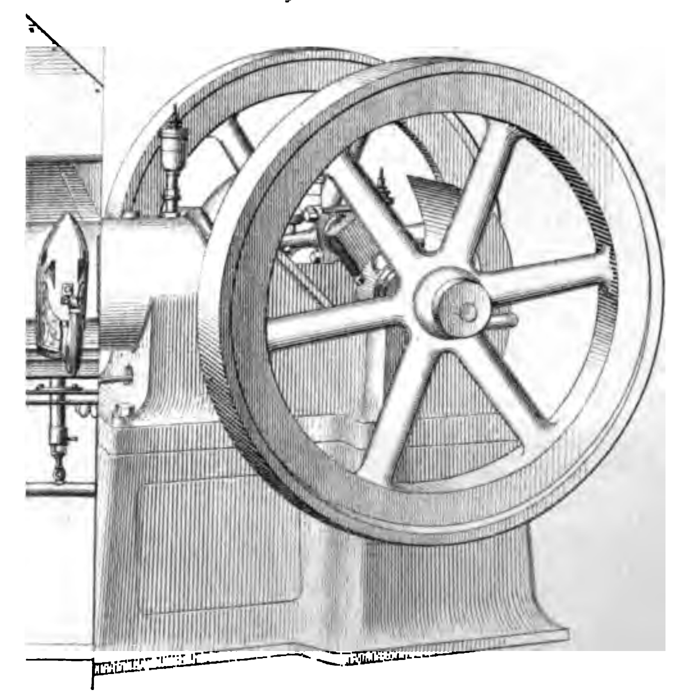
egistreur (



Réchauffeur Dessau



eur à gaz, Borsig, Berlin (4 chevaux)



Auto Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.




SEP 30 1931